

# PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2003-124528

(43)Date of publication of application : 25.04.2003

(51)Int.Cl.

H01L 33/00  
F21S 2/00  
F21S 8/04  
// F21Y101:02

(21)Application number : 2002-231765

(71)Applicant : MATSUSHITA ELECTRIC IND CO  
LTD

(22)Date of filing : 08.08.2002

(72)Inventor : SHIMIZU MASANORI  
YANO TADASHI  
SETOMOTO TATSUMI  
MATSUI NOBUYUKI  
TAMURA TETSUSHI

(30)Priority

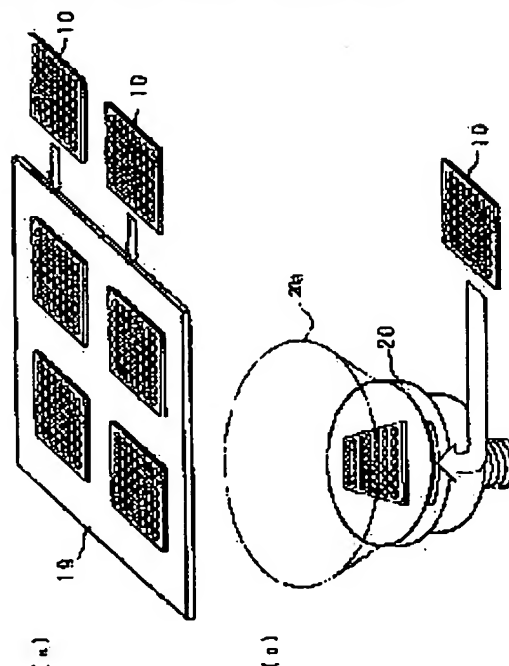
Priority number : 2001242857 Priority date : 09.08.2001 Priority country : JP

## (54) LED ILLUMINATION DEVICE AND CARD LED ILLUMINATION LIGHT SOURCE

(57)Abstract:

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To provide an LED illumination light source and an LED illumination device which have heat radiation and lighting efficiency improved and also have LED's integrated in high density.

**SOLUTION:** This LED illumination device is equipped with at least one connector which is connected to a detachable card LED illumination light source having LED's mounted on one surface of a substrate and a turn-on circuit which is electrically connected to the card LED illumination light source 10 through the connector. The card LED illumination light source 10 is preferably equipped with a metal base substrate and a plurality of LED's mounted on one surface of the metal base



substrate, and the substrate reverse surface of the metal base substrate where the LED's are not mounted comes into thermal contact with part of the illumination device. A feed terminal which is electrically connected by the connector is provided on the substrate surface of the metal base substrate where the LED's are mounted.

---

#### LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 25.03.2005

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

(19)日本国特許庁 (J P)

## (12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開2003-124528

(P2003-124528A)

(43)公開日 平成15年4月25日(2003.4.25)

(51)Int.Cl.<sup>7</sup>

識別記号

F I

テ-マ-ト\*(参考)

H 0 1 L 33/00

H 0 1 L 33/00

N 5 F 0 4 1

F 2 1 S 2/00

F 2 1 Y 101:02

8/04

F 2 1 S 1/02

G

// F 2 1 Y 101:02

5/00

A

審査請求 未請求 請求項の数30 O L (全 28 頁)

(21)出願番号 特願2002-231765(P2002-231765)

(71)出願人 000005321

(22)出願日 平成14年8月8日(2002.8.8)

松下電器産業株式会社

大阪府門真市大字門真1006番地

(31)優先権主張番号 特願2001-242857(P2001-242857)

(72)発明者 清水 正則

大阪府門真市大字門真1006番地 松下電器  
産業株式会社内

(32)優先日 平成13年8月9日(2001.8.9)

(72)発明者 矢野 正

大阪府門真市大字門真1006番地 松下電器  
産業株式会社内

(33)優先権主張国 日本(J P)

(74)代理人 100101683

弁理士 奥田 誠司

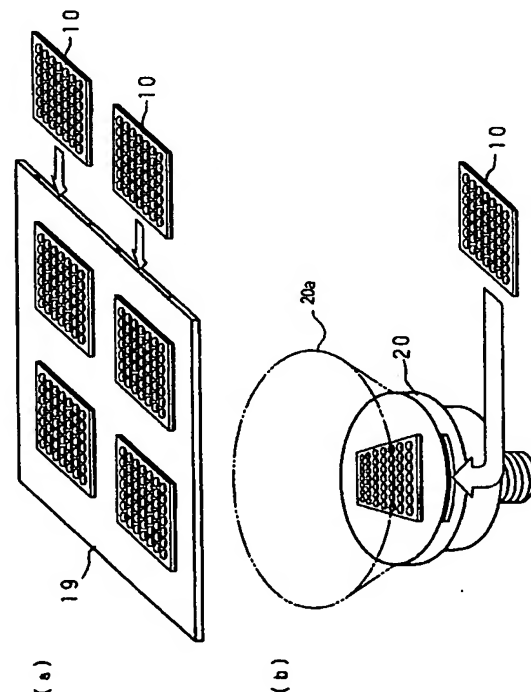
最終頁に続く

(54)【発明の名称】 LED照明装置およびカード型LED照明光源

(57)【要約】

【課題】 放熱性および光利用効率を向上させ、高密度でLEDを集積したLED照明光源およびLED照明装置を提供する。

【解決手段】 本発明のLED照明装置は、基板の片面にLEDが実装された着脱可能なカード型LED照明光源10に接続される少なくとも1つのコネクタと、このコネクタを介してカード型LED照明光源10と電気的に接続される点灯回路とを備えている。カード型LED照明光源10は、好ましくは、金属ベース基板と、金属ベース基板の片面に実装された複数のLEDとを備え、金属ベース基板のうちLEDが実装されていない基板裏面が照明装置の一部に熱的に接触する。コネクタで電気的に接続される給電端子は、金属ベース基板のうちLEDが実装されている基板片面に設けられている。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 基板の片面にLEDが実装された着脱可能なカード型LED照明光源に接続される少なくとも1つのコネクタと、  
前記コネクタを介して前記カード型LED照明光源と電気的に接続される点灯回路と、  
を備えたLED照明装置。

【請求項2】 前記基板は、前記LEDが実装されている面に絶縁層および導電性配線パターンが設けられた金属ベース基板である請求項1に記載のLED照明装置。

【請求項3】 前記LEDは、ベアチップ状態で前記基板に実装されている請求項2に記載のLED照明装置。

【請求項4】 前記基板のうち前記LEDが実装されている基板面的一端側に給電電極が形成されており、  
前記基板において前記LEDが実装されている光出射領域の中心位置が前記基板の中心位置からずれている請求項3に記載のLED照明装置。

【請求項5】 前記基板のうち前記LEDが実装されていない基板裏面と熱的に接触し、前記基板裏面から熱を受け取る熱伝導部材を備えている請求項4に記載のLED照明装置。

【請求項6】 前記基板裏面と前記熱伝導部材との間の接触面積は、前記基板において前記LEDが実装されている光出射領域の面積に等しいか、それ以上である請求項5に記載のLED照明装置。

【請求項7】 前記点灯回路に対して外部から電気エネルギーを供給するための給電ソケットを更に有している請求項1から6のいずれかに記載のLED照明装置。

【請求項8】 前記給電ソケットは、電球用口金である請求項7に記載のLED照明装置。

【請求項9】 前記コネクタに接続された状態の前記カード型LED照明光源から出た光を透過するカバーを備えている請求項8に記載のLED照明装置。

【請求項10】 前記カード型LED照明光源の固定および取り外しが可能な受容部と、  
前記カード型LEDが前記受容部から外れることを防止する脱着防止手段とを備えており、  
前記脱着防止手段は、人間の指によって前記受容部から前記カード型LED照明光源を取り外すことが可能なように動作する、請求項1から6のいずれかに記載のLED照明装置。

【請求項11】 前記基板のうち前記LEDが実装されている基板面の形状は長方形であり、  
前記受容部は、前記カード型LED照明光源をスライドさせるように案内するガイドを有しており、  
前記受容部に固定された前記カード型LED照明光源は前記コネクタからの給電を受けるとともに、前記カード型LED照明光源の前記基板裏面が前記受容部と熱的に接触する請求項10に記載のLED照明装置。

【請求項12】 前記カード型LED照明光源を前記受

容部に固定する固定部を有する稼働機構を備え、  
前記受容部に固定された前記カード型LED照明光源は前記コネクタからの給電を受けるとともに、前記カード型LED照明光源の前記基板裏面が前記受容部と熱的に接触する請求項10に記載のLED照明装置。

【請求項13】 前記カード型LED照明光源のLEDが実装されていない基板裏面と前記LEDとの間の熱抵抗が $10^{\circ}\text{C}/\text{W}$ 以下である請求項1から7のいずれかに記載のLED照明装置。

10 【請求項14】 前記基板のうち前記LEDが実装されていない基板裏面からの熱を放熱させる手段を備えている請求項1から6のいずれかに記載されたLED照明装置。

【請求項15】 金属ベース基板と、前記金属ベース基板の片面に実装された複数のLEDベアチップとを備えたカード型LED照明光源であって、  
コネクタおよび点灯回路を備えた照明装置に着脱可能に支持され、かつ、前記金属ベース基板のうち前記LEDベアチップが実装されていない基板裏面が前記照明装置の一部に熱的に接触し、  
20 前記金属ベース基板のうち前記LEDベアチップが実装されている前記基板片面的一端側に給電端子が設けられているカード型LED照明光源。

【請求項16】 前記金属ベース基板のうち前記LEDベアチップが実装されている基板面に、各LEDベアチップを取り囲む孔の開いた光学反射板が設けられ、かつ、各LEDベアチップが封止されている請求項15に記載のカード型LED照明光源。

30 【請求項17】 前記光学反射板の前記孔に光学レンズが配置されている請求項16に記載のカード型LED照明光源。

【請求項18】 前記金属ベース基板と前記光学反射板との間に応力緩和手段が配置されている請求項16に記載のカード型LED照明光源。

【請求項19】 前記金属ベース基板の中心位置は、前記金属ベース基板において前記LEDベアチップが実装されている光出射領域の中心位置からずれている請求項16に記載のカード型LED照明光源。

40 【請求項20】 前記金属ベース基板のうち前記LEDベアチップが実装されていない基板裏面と前記LEDベアチップとの間の熱抵抗が $10^{\circ}\text{C}/\text{W}$ 以下である請求項16に記載のLED照明光源。

【請求項21】 前記金属ベース基板のうち前記LEDベアチップが実装されている基板面には絶縁層および導電性配線パターンが形成されており、  
前記絶縁層は、少なくとも無機フィラーおよび樹脂組成物を含むコンポジット材料から形成されている請求項14から20のいずれかに記載のカード型LED照明光源。

50 【請求項22】 前記絶縁層は白色である請求項21に



記載のカード型LED照明光源。

【請求項23】 絶縁層を介して積層された2層以上の配線層を備えており、前記絶縁層の所定位置において前記2層以上の配線層を相互接続する構造を有している請求項21に記載のカード型LED照明光源。

【請求項24】 前記複数のLEDペアチップの少なくとも一部は、フリップチップボンディングにより、前記金属ベース基板の配線パターンに接続されている請求項15から20のいずれかに記載のカード型LED照明光源。

【請求項25】 前記LEDペアチップから出た光の少なくとも一部を受け、可視光を発する蛍光体が前記金属ベース基板上に設けられている請求項15から20のいずれかに記載のカード型LED照明光源。

【請求項26】 請求項15から20のいずれかに記載のカード型LED照明光源を給電するコネクタを備えた装置。

【請求項27】 各々が素子基板上に発光部を有する複数のLEDペアチップが放熱基板上に設けられているカード型LED照明光源であって、前記LEDペアチップは前記発光部と前記放熱基板との距離が前記素子基板と前記放熱基板との距離よりも小さくなるようにして前記放熱基板上に設けられ、前記LEDペアチップの前記素子基板の光出射表面は、辺縁部が中央部に比べて低背になるような傾斜面状を形成しているカード型LED照明光源。

【請求項28】 前記LEDペアチップは、前記放熱基板に直接フリップチップボンディングされている請求項27に記載のカード型LED照明光源。

【請求項29】 前記放熱基板は、コンポジット基板である請求項27または28に記載のカード型LED照明光源。

【請求項30】 前記LEDペアチップの各々を囲むように配置され、前記LEDペアチップからの光の方向を制御する光学反射板が前記放熱基板上に設けられている請求項28に記載のカード型LED照明光源。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、LED照明装置およびカード型LED照明光源に関する。より詳細には、複数のLEDが実装されたカード型LED照明光源を用いるLED照明装置と、このLED照明装置に好適に用いられるカード型LED照明光源とに関する。

【0002】

【従来の技術】照明器具や看板の光源として、従来から白熱電球、蛍光灯、高圧放電ランプなどが使用されている。これらの光源に変わる新しい照明光源として、LED照明光源の研究が進められている。このLED照明光源は、上記の光源と比べて寿命が長いという優れた利点があり、次世代の照明光源としての期待は大きい。

しかし、1個のLED素子では、光束が小さいため、白熱電球、蛍光灯と同程度の光束を得るためには、複数のLED素子を配置してLED照明光源を構成する必要がある。

【0003】以下、図面を参照しながら、従来のLED照明光源を説明する。

【0004】図1(a)および(b)は、従来のLED照明光源の構成を示し、図2(a)および(b)は、そのLED照明光源におけるLEDの断面構成を示している。

【0005】このLED照明光源は、図1(a)および(b)に示すように、基板21を備えており、その基板21の上に複数のLEDペアチップ22が実装されている。本明細書において、「LEDペアチップ」とは、基板21に実装する前の段階において、LEDが樹脂などによってモールドされていないものを意味するものとする。また、実装前の段階でLEDがモールドされており、発光部などが露出していない状態にあるLEDを「LED素子」と呼んで区別することにする。図1

(a)に示す基板21の上には、LEDペアチップ22から出た光を透過する孔23aが開けられ板23が設けられている。一方、図1(b)に示す基板21の上には、LEDペアチップ22から出た光を透過する層状の樹脂24が形成されており、LEDペアチップ22は樹脂24で覆われている。

【0006】これらのLED照明光源では、図2(a)および(b)に示されるようにしてペアチップ状態のLEDペアチップ22が基板21の上に実装されている。LEDペアチップ22は、サファイアやSiC、GaAs、GaP等の素子基板31と、素子基板31上に形成された発光部とを有しており、発光部は、GaN系等のn型半導体層32、活性層33、およびp型半導体層34を積層することによって構成されている。n型半導体層32の電極32aおよびp型半導体層34の電極34aは、それぞれ、金製のワイヤ41および42によって基板21上の配線パターン21aと電気的に接続されている。なお、上記発光部の構成は一例に過ぎず、LEDは、量子井戸、ブラッグ反射層、共振器構造などを備えていてもよい。

【0007】図1(a)および図2(a)に示される構成において、LEDペアチップ22で発生した光は、板23に設けられた孔(開口部)23bの内周面に相当する反射面23aで反射され、素子外へ出射する。板23の孔23bには、LEDペアチップ22とワイヤ41および42とをモールドするように樹脂24が充填されている。また、図1(b)および図2(b)に示される構成においては、LEDペアチップ22で発生した光はモールド樹脂24を介して素子外へ出射する。

【0008】LEDペアチップ22におけるn型半導体層32の電極32aとp型半導体層34の電極34aと

の間に順方向のバイアス電圧を印加すると、電子および正孔が半導体層内に注入され、再結合する。この再結合により、活性層33で光が発生し、活性層33から光が出射される。LED照明光源では、基板上に実装された複数のLEDベアチップ22から出射された光を照明光として利用する。

【0009】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、上記構成のLED照明光源では、発光に伴ってLEDベアチップ22が多量の熱を発生する。発生した熱は、素子基板31を介して基板21から放散することが意図されている。しかし、このようなLED照明装置の実用化にあたっては、以下のような解決すべき課題が残っている。

【0010】上述したように、各LEDベアチップ22からの光束は小さいため、所望の明るさを得るためには、相当数数のLEDベアチップ22を基板21上に配列する必要がある。このため、多数のLEDベアチップ22を設けても基板のサイズが大型化しないように、実装するLEDベアチップ22の高密度化を図らなければならない。

【0011】また、各LEDベアチップ22の光束をできる限り増加させるために、照明以外の通常用途における電流（例えば20mA程度；0.3mm角のLEDベアチップを想定すると単位面積当たりの電流密度は約22.2[mA/mm<sup>2</sup>]）よりも大きな電流（過電流：例えば40mA程度；前記に同じく単位面積当たりの電流密度は約44.4[mA/mm<sup>2</sup>]）を各LEDベアチップ22に流す必要がある。各LEDベアチップ22に大きな電流を流した場合には、LEDベアチップ22からの発熱量が大きくなるため、LEDベアチップ22の温度（ベアチップ温度）が高温に上昇する。ベアチップ温度はLEDベアチップの寿命に大きな影響をもたらす。具体的には、ベアチップ温度が10℃上昇すると、LEDベアチップ22を組み込んだLED装置の寿命は半減するといわれている。

【0012】このため、一般にLEDの寿命は長いと考えられているが、LEDを照明用途に用いる場合は、その常識は通用しなくなる。また、発熱量の増加に伴ってベアチップ温度が高くなると、LEDベアチップ22の発光効率も低下するという問題もある。

【0013】以上の理由から、多数のLEDベアチップ22を高密度で実装したLED照明装置を実用化するには、従来以上に高い放熱性を実現し、ベアチップ温度を低く抑えなければならない。また、LEDベアチップ22から発する光をできる限り無駄なく照明光として使用できるように、光の利用効率を高くする必要もある。

【0014】このような課題を解決するため、従来から種々のLEDベアチップを集積したLED照明光源の提案がなされてはいるが、それらのすべての課題に十分に対応できるLED照明光源の出現は見られていない。

【0015】以下、図1(a)および(b)や図2(a)および(b)を参照しながら、従来のLED照明光源の問題を説明する。まず、LEDの連続した点灯により、集積された多数のLED基板の中央部が熱くなり、LED基板の周辺部との温度差が大きくなるという問題がある。例えば、図1(a)および図2(a)に示す構成は、LEDのドットマトリクスディスプレイに採用されている。LEDディスプレイでは、板23が各LEDの発光と非発光の部分のコントラストを上げるように機能する。ディスプレイの場合、全てのLEDが常に出出力で点灯状態になることはなく、発熱は大きな問題にならないが、照明装置として使用する場合には、全LEDが長時間点灯状態を維持するため、発熱の問題が顕在化する。

【0016】上記従来の構成例では、基板21および板23の材料に樹脂が用いられ、一体化される。このため、基板21および板23の各熱膨張率は略等しいが、通常の樹脂材料の熱伝導率は低く、熱がこもりやすくなるので、大出力で常時点灯される照明装置には適していない。

【0017】また、一体化される基板21と板23の基板中央部と周辺部には温度差があるため、材質の熱膨張率差により基板周辺部に大きな応力が発生する。照明装置にLEDを応用する場合、LEDの点灯・消灯を繰り返すたびに加熱による応力が発生するため、ついにはLEDの電極32aや電極34aの断線につながる。

【0018】更に、板23を個別に構成せずに、熱伝導率の高い基板材料と同程度の熱伝導率を示す材料を用いて板23に相当する厚さの部分を基板自身に形成し、その基板にLEDベアチップを実装する凹部を設けた場合でも、基板材料の熱伝導率に放熱と均熱化の能力が律則される。

【0019】また、上記の構成を採用した場合、基板自身を厚くする必要があることと、LEDベアチップ22が実装される基板を薄くすることができないことから、熱伝導率が高くとも、基板に熱が蓄積される。このため、照明装置のように、大きな電流で通電点灯状態が長時間連続すると、基板中央に実装されたLEDベアチップの温度が特に上昇し、基板中央と周辺との間で大きな温度差が発生する。従って、高い熱伝導率を有する基板材料の特性が活かせず、放熱の問題を解決できない。更に、基板表面に形成する凹部を大きくしなければ、LEDベアチップ22を実装し、かつ、LEDベアチップ22をワイヤボンドにより配線するスペースを確保できず、光学系が大型化してしまうという問題もある。更には、凹部内にLEDベアチップ22を実装することは各種ボンダーのキャピラリーやコレットのサイズの観点から、困難である。キャピラリーやコレットを凹部内に挿入可能とするには、凹部と光学系（光出射領域）のサイズを大きくすることが必要となる。

【0020】一方、図1(b)および図2(b)に示す構成によれば、モールド樹脂24が基板21の片面を覆うため、モールド樹脂24の硬化時に中央と周囲に硬化反応の時間差が生じ、樹脂内部に大きな残留応力が発生する。更に、LEDベアチップ22から発した光が、他のLEDベアチップ22によって吸収されるため(LEDによる自己吸収)、LED全体からの光取り出し効率が低下する。更に、モールド樹脂24は保熱材料として働くため、基板中央部と周囲部には温度差が発生し、材質の熱膨張率差に起因して基板周囲部にモールド樹脂24の応力が伝播する。

【0021】本発明は斯かる事情に鑑みてなされたものであり、これらのすべての課題(高密度化、放熱性、光利用効率)を同時に解決できるLED照明光源およびLED照明装置を提供することを目的とする。

#### 【0022】

【課題を解決するための手段】本発明によるLED照明装置は、基板の片面にLEDが実装された着脱可能なカード型LED照明光源に接続される少なくとも1つのコネクタと、前記コネクタを介して前記カード型LED照明光源と電気的に接続される点灯回路とを備えている。

【0023】好ましい実施形態において、前記基板は、前記LEDが実装されている面に絶縁層および導電性配線パターンが設けられた金属ベース基板である。

【0024】好ましい実施形態において、前記LEDは、ベアチップ状態で前記基板に実装されている。

【0025】好ましい実施形態では、前記基板のうち前記LEDが実装されている基板面の一端側に給電電極が形成されており、前記基板において前記LEDが実装されている光出射領域の中心位置が前記基板の中心位置からずれている。

【0026】好ましい実施形態では、前記基板のうち前記LEDが実装されていない基板裏面と熱的に接触し、前記基板裏面から熱を受け取る熱伝導部材を備えている。

【0027】好ましい実施形態において、前記基板裏面と前記熱伝導部材との間の接触面積は、前記基板において前記LEDが実装されている光出射領域の面積に等しいか、それ以上である。

【0028】好ましい実施形態では、前記点灯回路に対して外部から電気エネルギーを供給するための給電ソケットを更に有している。

【0029】好ましい実施形態において、前記給電ソケットは、電球用口金である。

【0030】好ましい実施形態では、前記コネクタに接続された状態の前記カード型LED照明光源から出た光を透過するカバーを備えている。このカバーは、光の反射、屈折、拡散を行うように種々の光学的特性を備えていてもよい。

【0031】好ましい実施形態では、前記カード型LED

D照明光源の固定および取り外しが可能な受容部と、前記カード型LEDが前記受容部から外れることを防止する脱落防止手段とを備えており、前記脱落防止手段は、人間の指によって前記受容部から前記カード型LED照明光源を取り外すことが可能のように動作する。

【0032】好ましい実施形態において、前記基板のうち前記LEDが実装されている基板面の形状は略長方形であり、前記受容部は、前記カード型LED照明光源をスライドさせるように案内するガイドを有しており、前記受容部に固定された前記カード型LED照明光源は前記コネクタからの給電を受けるとともに、前記カード型LED照明光源の前記基板裏面が前記受容部と熱的に接触する。

【0033】好ましい実施形態では、前記カード型LED照明光源を前記受容部に固定する固定部を有する可動機構を備え、前記受容部に固定された前記カード型LED照明光源は前記コネクタからの給電を受けるとともに、前記カード型LED照明光源の前記基板裏面が前記受容部と熱的に接触する。

【0034】好ましい実施形態では、前記カード型LED照明光源のLEDが実装されていない基板裏面と前記LEDとの間の熱抵抗が $10^{\circ}\text{C}/\text{W}$ 以下である。

【0035】好ましい実施形態では、前記基板のうち前記LEDが実装されていない基板裏面からの熱を放熱させる手段を備えている。

【0036】本発明のカード型LED照明光源は、金属ベース基板と、前記金属ベース基板の片面に実装された複数のLEDベアチップとを備えたカード型LED照明光源であって、コネクタおよび点灯回路を備えた照明装置に着脱可能に支持され、かつ、前記金属ベース基板のうち前記LEDベアチップが実装されていない基板裏面が前記照明装置の一部に熱的に接触し、前記金属ベース基板のうち前記LEDベアチップが実装されている前記基板片面に給電端子が設けられている。

【0037】好ましい実施形態では、前記金属ベース基板のうち前記LEDベアチップが実装されている基板面に、各LEDベアチップを取り囲む孔の開いた光学反射板が設けられ、かつ、各LEDベアチップが封止されている。

【0038】好ましい実施形態では、前記光学反射板の前記孔に光学レンズが配置されている。

【0039】好ましい実施形態では、前記金属ベース基板と前記光学反射板との間に応力緩和手段が配置されている。

【0040】好ましい実施形態において、前記金属ベース基板の中心位置は、前記金属ベース基板において前記LEDベアチップが実装されている光出射領域の中心位置からずれている。

【0041】好ましい実施形態では、前記金属ベース基板のうち前記LEDベアチップが実装されていない基板

裏面と前記LEDベアチップとの間の熱抵抗が10℃/W以下である。

【0042】好ましい実施形態において、前記金属ベース基板のうち前記LEDベアチップが実装されている基板面には絶縁層および導電性配線パターンが形成されており、前記絶縁層は、少なくとも無機フィラーおよび樹脂組成物を含むコンポジット材料から形成されている。

【0043】好ましい実施形態において、前記絶縁層は白色である。

【0044】好ましい実施形態では、絶縁層を介して積層された2層以上の配線層を備えており、前記絶縁層の所定位置において前記2層以上の配線層を相互接続する構造を有している。

【0045】好ましい実施形態において、前記複数のLEDベアチップの少なくとも一部は、フリップチップボンディングにより、前記金属ベース基板の配線パターンに接続されている。

【0046】好ましい実施形態では、前記LEDベアチップから出た光の少なくとも一部を受け、可視光を発する蛍光体が前記金属ベース基板上に設けられている。

【0047】本発明の装置は、上記いずれかのカード型LED照明光源を給電するコネクタを備えている。

【0048】本発明による他のカード型LED照明光源は、各々が素子基板上に発光部を有する複数のLEDベアチップが放熱基板上に設けられているカード型LED照明光源であって、前記LEDベアチップは、前記発光部と前記放熱基板との距離が前記素子基板と前記放熱基板との距離よりも小さくなるようにして前記放熱基板上に設けられ、前記LEDベアチップの前記素子基板の光出射表面は、辺縁部が中央部に比べて低背になるような傾斜面状を形成している。

【0049】好ましい実施形態において、前記LEDベアチップは、前記放熱基板に直接フリップチップボンディングされている。

【0050】好ましい実施形態において、前記放熱基板は、コンポジット基板である。

【0051】好ましい実施形態では、前記LEDベアチップの各々を囲むように配置され、前記LEDベアチップからの光の方向を制御する光学反射板が前記放熱基板上に設けられている。

【0052】

【発明の実施の形態】本発明のLED照明装置は、着脱可能なカード型LED照明光源に電氣的に接続されるコネクタと、このコネクタを介してカード型LED照明光源と電氣的に接続される点灯回路とを備えており、カード型LED照明光源を装着することにより、照明光を放射することができる。カード型LED照明光源は、後に詳しく説明するように、複数のLEDが放熱性に優れた基板の片面に実装された構成を有している。

【0053】従来のLED照明光源について説明したよ

うに、多数のLED素子を基板上に高密度で実装し、かつ、各LED素子に大きな電流を流した場合、LEDの発熱量が過大なレベルに達し、LEDの寿命が短縮されるという問題があり、このことがLED照明装置の実用化を阻んでいた。

【0054】本発明では、照明装置の光源部分を着脱可能なカード状構造物によって構成し、各LEDで発生した熱をスムーズに放熱させる効果を高めるとともに、寿命の尽きた光源だけを新しい光源と取替え可能とすることにより、LED照明装置の光源以外の構造物を長期間使用できるようにしている。

【0055】放熱性向上の観点からは、LEDはベアチップとして基板の片面に実装されている方が好ましい。これは、LEDで発生した熱が基板に直接的に伝達され、より高い放熱性が発揮されるからである。

【0056】LEDおよび給電電極を基板の一主要面である片面に集中させることにより、その主要面と対をなす他面(裏面)を、広く放熱用の熱伝導面として機能させることが可能となる。このため、LED照明装置における熱伝導部材と接触する面積をLEDが実装されている光出射領域の面積に等しいか、それ以上とすることが可能となる。熱伝導を促進するには、LEDが実装されていない基板裏面を金属から形成することが好ましい。

【0057】カード型LED照明光源のサイズや給電電極の位置を規格化することにより、多様な照明装置におけるカード型LED照明光源の利用を可能とし、カード型LED照明光源の量産化によるコストダウンが可能となる。

【0058】給電電極のピッチは、電極間の絶縁性と他の機器の電極との整合の観点から、例えば、0.3、0.5、0.8、1.25、1.27、1.5、2.54mmに設定される。カード型LED照明光源の基板を大量生産する際には、大きな基板の原板を分割して多数のカード型LED照明光源の基板を作製することが好ましいが、切断には加工誤差が存在する。カード型LED照明光源が着脱されるLED照明装置のコネクタの寸法についても、機械的製造誤差が発生する。このため、電極間ピッチを小さくしすぎると、LED照明装置のコネクタ部で、給電電極どうしがショートする可能性がある。以上のことから、電極間ピッチは0.8mm以上の大きさに設定されることが好ましい。

【0059】また、LEDは高温において順方向電圧が低下するため、動作安定性の観点からは、定電圧駆動よりも定電流駆動を採用することが好ましい。定電流駆動を行う場合、カード型LED光源には定電流駆動のための駆動経路の数だけのグラウンドラインが必要となる。好ましくは、電氣的に独立した複数のグラウンド給電電極が基板上に形成される。従って、このようなカード型LED照明光源に対応するLED照明装置においても、複数のグラウンド電極コネクタを設けることが好ましい。前記

カード型LED光源に多数の給電電極を配置する場合、電極間ピッチは2mm以下に設定することが好ましく、1.25mm以下に設定することが更に好ましい。

【0060】後述するように、本発明のカード型LED光源およびLED照明装置を用い、青、緑（青緑）、黄（橙）、赤、白のLEDを個別に駆動することによって照明を行う場合は、各色のLEDについて2つの電極（計10個の電極）を設けることが好ましい。

【0061】本発明のカード型LED光源は、定電圧駆動のみならず定電流駆動に対応するように設計されても良いし、電氣的に独立した多経路の駆動を行うようにしてもよい。これらの場合、カード型LED光源は、絶縁層を介して積層された2層以上の配線層を備え、前記2層以上の配線層を相互接続する構造を有することが望ましい。

【0062】2層以上の配線層を相互接続する構造としてビア構造を採用する場合、ビアの直径は、例えば100μmから350μmの間で任意に設定可能である。ビアの穴あけ誤差を考えると、カード型LED光源の給電電極の幅は、ビアの直径の2倍から3倍の大きさを有することが好ましく、例えば、200μm～1050μmの大きさを有する。

【0063】給電電極の長さは、LED照明装置のコネクタがビアと直接接触することがないように設定されることが好ましい。故に、給電電極の長さは、例えば1mm以上に設定されることが好ましい。ただし、カード型LED光源を小型化するためには、給電電極の長さを5mm以下に抑えることが好ましい。

【0064】以下、図面を参照しながら、本発明によるLED照明装置の実施形態を最初に説明する。

【0065】（実施形態1）図3（a）は、本発明によるLED照明装置の一部を示す斜視図であり、着脱可能な複数のカード型LED照明光源10が嵌め込まれるヒートシンク19を示している。

【0066】カード型LED照明光源10は、ヒートシンク19の側面に設けられたスロットを通じて所定位置まで挿入される。ヒートシンク19は、装着されたカード型LED照明光源10の裏面と熱的に接触し、カード型LED照明光源10の基板裏面から熱を外部に放散する。

【0067】ヒートシンク19の中に挿入されたカード型LED照明光源10は、ヒートシンク19内に設けられているコネクタ（不図示）と電氣的に接続される。カード型LED照明光源10は、このコネクタを介して不図示の点灯回路と電氣的に接続される。なお、本明細書において、「コネクタ」の文言は、着脱可能な機構により、カード型LED照明光源との電氣的接続を行う部材・部品を広くカバーするものとする。コネクタとしては、各種メモリカードなどが着脱される多様な構成を有するものが存在しているが、本発明では、それら既存の

コネクタと略同様の構成を有するコネクタを採用することができる。

【0068】このようなヒートシンク19と点灯回路とを備えたLED照明装置は、薄型化が容易であるため、面光源として好適に利用される。また、複数のカード型LED照明光源10のいずれかが故障した場合、故障したカード型LED照明光源10をヒートシンク19から取り外し、新しい（故障または劣化していない）カード型LED照明光源10を装着すれば、照明装置としての使用を継続することができる。

【0069】本発明の好ましい実施形態では、特別の道具・器具を用いずにカード型LED照明光源10の着脱が簡単に行えるように、カード型LED照明光源10の表面に給電電極を設けており、カード型LED照明光源10をコネクタに接続するだけで給電電極とコネクタとの電氣的接触および接続を実現できる。このようなカード型LED照明光源10の構造として好ましい具体例は、後に詳しく説明する。

【0070】上述したように、図3（a）の例では、ヒートシンク19がカード型LED照明光源10の基板裏面（LEDが実装されていない側）に熱的に接触する。従って、このヒートシンク19が、カード型LED照明光源の基板裏面から熱を受け取る熱伝導部材として機能するが、熱伝導部材としては、シリコングリースやゲルなどから形成した放熱シートを用いても良いし、これらの放熱シートとヒートシンクの組み合わせや、ヒートパイプやファンなどとの組み合わせを用いても良い。また、LED照明装置の筐体それ自体を熱伝導部材として用いても良い。

【0071】次に、図3（b）を参照する。

【0072】図3（b）に示すLED照明装置は、公知の白熱電球と置き換え可能な照明装置であり、カード型LED照明光源を着脱可能に支持するアダプタ20と、装着された状態のカード型LED照明光源を覆う光透過カバー20aとを備えている。アダプタ20の内部には不図示の点灯回路が設けられている。アダプタ20の下部には、外部から内部の点灯回路に電気エネルギーを供給するための給電ソケット（スクリューソケット）が設けられている。この給電ソケットの形状およびサイズは、通常の白熱電球に設けられた給電ソケットの形状およびサイズと等しい。このため、図3（b）のLED照明装置は、白熱電球がはめ込まれる既存の電気器具にそのまま装着されて使用され得る。なお、スクリュー型ソケットに代えて、ピン型ソケットを採用してもよい。

【0073】図3（b）に示されているLED照明装置のアダプタ20には、カード型LED照明光源10を挿入するためのスロットが設けられている。スロットの奥には、不図示のコネクタが配置されており、このコネクタを介してカード型LED照明光源10と点灯回路との電氣的接続が行われる。なお、図示されている例では、

アダプタ20にスロットが設けられ、このスロットを介してカード型LED照明光源10の着脱が行われるが、着脱の形式はこれに限定されない。スロットを設けないタイプの実施形態については、後に説明する。上述のように、図3(b)のカード型LED照明光源10は、コネクタに対して簡単に抜き差しが行える機構を有しているため、照明器具との間で容易に取り外し交換が可能となる。このようにカード型LED照明光源10の取り外しが容易なため、以下に述べる利点がある。

【0074】まず、第1に、LEDの実装密度が異なるカード型LED照明光源10を差し替えることにより、発光量が異なる照明器具を容易に提供できる。第2に、カード型LED照明光源10が短期間で劣化して光源としての寿命は短くなっても、通常の電球、蛍光灯の交換と同様に、カード型LED照明光源10のみを差し替えるだけで光源部のみの交換を行うことができる。

【0075】第3に、カード型LED照明光源10に実装されるLEDを、相関色温度が低い光色用または相関色温度が高い光色用や青、赤、緑、黄など個別の光色を有するものとして選択することができる。このようなカード型LED照明光源10から適切なものを選択すれば、対応するLED照明装置に装着すれば、LED照明装置の発光光色を切り替えや制御することができる。

【0076】更に、多発光色（2種以上の光色）のLEDをカード型LED照明光源10に実装することにより、相関色温度が低い光色から相関色温度が高い光色まで、1枚のカード型のカード型LED照明光源10によって発光光色を制御できる。この場合、2種の光色を用いた2波長タイプのときには演色性は低いが高効率な光源が実現可能であり、相関色温度が低いときには赤と青緑（緑）発光の組合せ、相関色温度が高いときには青と黄（橙）発光の組合せを採用することが望ましい。なお、青と赤との発光のLEDの組合せに青で励起されこの中間の波長に発光ピークのある蛍光体（例えば、YAG蛍光体など）を加えた場合は、高効率かつ平均演色評価数が80以上の光源を実現できる。更に、3種の光色を用いた3波長タイプの場合は青と青緑（緑）と赤発光の組合せ、4種の光色を用いた4波長タイプの場合は青と青緑（緑）と黄（橙）と赤発光の組合せが望ましく、特に4波長タイプのときには平均演色評価数が90を超える高演色な光源を実現できる。なお、実装されるLEDベアチップが単色または紫外線を放射する場合や、LEDベアチップで蛍光体や燐光材を励起することによって白色発光する場合にも本発明を適用できる。また、蛍光体や燐光材を基板に含有させてもよい。更に、青発光のLEDと青色光で励起される蛍光体や燐光材と赤発光LEDを組み合わせ、高効率・高演色を同時に満足させることもできる。

【0077】上述のカード型LED照明光源10は、正方形のカード型形状を有しているが、本発明は、これに

限定されない。給電用の電極（給電電極）は、カード型LED照明光源10の基板上において、LEDが配列されている領域の周辺部に形成されることが好ましい。より望ましい態様では、基板周辺の一部（一辺）の近傍に複数の給電電極が配列される。給電電極の数が多い場合、基板の一辺を長くした長方形状を採用してもよい。この場合、LEDのクラスター中心（LEDが配列された光出射領域の中心）と基板の中心とがずれるため、曲げストレスが光学系を有する光出射領域の中心に加わらないため、曲げストレスに強くなる。また、長方形形状の角を丸めることで人間の指でカード型LEDを取り出す際に基板角部でLED照明器具をスクラッチしてしまう可能性を減らすことができる。

【0078】なお、基板の一部に切り欠き、マーク、または凹凸を設けることによってカード型LED照明光源10の方向を明確にしてもよい。こうすれば、カード型LED照明光源10を照明装置に装着するとき、照明装置に対するカード型LED照明光源10の位置決めを正確かつ容易に行うことができる。

【0079】上記の例では、カード型LED照明光源上に給電電極を設け、コネクタ電極と接続する構成を採用しているが、以下のような構成を採用することも可能である。

【0080】構成例1. 面実装型のケーブルコネクタ部品をカード型LED照明光源の電極上に実装し、カード形LED照明光源自体に給電ケーブルをぬきさしできるようにする。

【0081】構成例2. カード型LED光源に直接給電ケーブルを接合し、カード形LED光源に接合されていない一端でケーブルを抜き挿しできるようにする。

【0082】以上の構成を採用する場合、給電ケーブルはフレキシビリティを有するフラットケーブルであることが好ましい。

【0083】（実施形態2）次に、本発明によるカード型LED照明光源の実施形態を説明する。

【0084】図4(a)および(b)は、本実施形態におけるカード型LED照明光源の構成を示している。本実施形態のカード型LED照明光源は、図3の照明装置に対して好適に用いられる。

【0085】本実施形態のカード型LED照明光源では、図4(a)に示すように、放熱基板1の片面に複数のLEDベアチップ2が実装されている。図の例では、LEDベアチップ2が行および列からなるマトリクス状に配列されているが、本発明はこれに限定されず、LEDベアチップ2の配列パターンは任意である。

【0086】LEDベアチップ2が実装された放熱基板1に対して、更に、図4(a)の光学反射板3が組み合わせられ、図4(b)に示すカード型LED照明光源が構成されている。光学反射板3には、放熱基板1上に配列されたLEDベアチップ2に対応する開口部（孔）3



bが形成されている。このため、光学反射板3の開口部3bを介してLEDベアチップ2からの光が外部に取り出される。なお、光学反射板の開口部(孔)は、光取り出し効率を高めるため、放熱基板側よりも放熱基板と反対側の光出射部で径が大きくなるようにすることが好ましい。

【0087】本実施形態では、カード型LED照明光源の放熱基板1として、高い熱伝導率(3.2W/(m・K)程度)を有するアルミナコンポジット基板を用いている。アルミナコンポジット製の放熱基板1は、ベースとなる金属板(厚さ:例えば0.5~3.0μm)と、金属板上に設けられた絶縁層とを備えた金属ベース基板である。基板厚さは、熱によるそりや曲げ強度の観点からは0.7mm以上であることが好ましく、基板の切り出しの観点からは2.0mm以下であることが好ましい。放熱性を高めるという観点から、カード型LED照明光源のLEDベアチップが実装されていない基板裏面と、LEDベアチップとの間の熱抵抗が10℃/W以下に設定されることが好ましい。

【0088】次に、図5(a)および(b)参照しながら、カード型LED照明光源の断面構成を詳細に説明する。図5(a)は、絶縁層を単層構成(絶縁層1c)とした例の一部断面を示し、図5(b)は絶縁層1cを複層(絶縁層1cおよび1eの2層)構成とした他の例の一部断面を示している。

【0089】図5(a)および(b)からわかるように、本実施形態の放熱基板1は、金属板1bと、金属板1b上に貼り付けられた絶縁層1c(および絶縁層1e)とを備えている。絶縁層1c、1eは、無機フィラーおよび樹脂組成物を含むコンポジット材料から形成されていることが好ましく、絶縁層1c、1eの厚さは、合計で、例えば100~400μmに設定される。図5(b)は、絶縁層の2層化の一例を示しているが、更なる多層化も可能である。

【0090】無機フィラーとしては、Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>、MgO、BN、SiO<sub>2</sub>、SiC、Si<sub>3</sub>N<sub>4</sub>およびAlNから選ばれた少なくとも一種類のフィラーを用いることが好ましい。充填率および熱伝導性を高めるという観点から、無機フィラーの粒形は球状であることが好ましい。無機フィラーが分散される樹脂組成物は、エポキシ樹脂、フェノール樹脂、シアネート樹脂から選ばれた少なくとも一種類を含み、更には、前記無機フィラー70~95重量%と前記樹脂組成物5~30重量%の混合から形成されることが好ましい。

【0091】金属板1bは、放熱基板1の機械的強度を保つとともに、放熱基板1の均熱化に寄与する。また、金属板1bは、裏面が平坦であるため、図示されていないヒートシンク部材などの熱伝導性に優れた部材と熱的に接触することにより、高い放熱効果を実現することができる。

【0092】他の実施例としては放熱基板1のベースメタルである金属板1bの真上の絶縁層1eについて上記の構成を持つものの代わりに、コンポジット材料よりも熱伝導率が低い低温焼成ガラス・セラミック基板を用いても良い。また、より高価であるが、熱伝導率が高いセラミック基板、ホーロー基板、窒化アルミニウム基板、酸化ベリリウム基板などを機材として用いてもよい。ただ、放熱性と機械強度を考えると、金属板を放熱基板1のベースメタルとして用いることが最も好ましい。この絶縁層として上記のセラミックス基板などの基板を選択し、金属板に貼り付けても良い。この場合、金属板に貼り付ける絶縁性基板の厚さは薄く、かつ、貼り付け可能なだけの強度を有することが好ましく、例えば80μm~1000μmの範囲に設定される。こうして、材質や組成の異なる絶縁層をベースメタル上に積層することも可能になる。

【0093】放熱基板1上には、配線パターン1a(および1d)が形成されており、この配線パターン1a(および1d)は、コンポジット材料から形成された絶縁層1c(および1e)により、金属板1bから電気的に絶縁されている。

【0094】図5(b)の例では、1層目の絶縁層1cに形成したビア1fを介して、2層目の絶縁層1c上に形成された配線パターン1aと2層目の絶縁層1e上に形成された配線パターン1dとが電気的に接続されている。

【0095】図5(a)に示す放熱基板1では、多色(例えば2~4色)発光のために複数のLEDを同一基板上に並べた場合、発光色毎に、図6(a)および(b)に示すような単純な直並列接続からラダー接続を採用することになる。このようなラダー形の接続を採用することにより、LEDの電流電圧特性のバラツキを抑えながら点灯させることができる。また、1つのLEDが断線した場合、図6(a)の回路では、その断線したLEDと直列に接続する全てのLEDが不点灯になるが、図6(b)の回路ではその断線したLEDのみが不点灯になるだけである。これに対して、図5(b)のような多層構成の放熱基板1によれば、図15に示すような電気的に異なる系のLEDを隣接させる配置が可能となり、回路系事に不点や輝度ばらつきを更に感じにくくすることができる。また、多色のLEDの混光にも有利となる。ラダー形の接続が可能となる。

【0096】本実施形態では、ベアチップ状態のLED(「LEDベアチップ」)2を放熱基板1の上に直接搭載している。このLEDベアチップ2は、図5(a)、(b)に示すように、サファイアからなる素子基板1.1上に発光部1.5を備えており、発光部1.5は、GaN系のn型半導体層1.2、活性層1.3、およびp型半導体層1.4が積層された構造を有している。

【0097】本実施形態では、図1に示す従来例とは異

なり、素子基板11よりも発光部15を放熱基板1に近い側に向けてLEDベアチップ2を実装している。つまり、フリップチップボンディングにより、p型半導体層14の電極14aが放熱基板1の配線パターン1a上に直接接続されている。n型半導体層12の電極12aもワイヤを介さずに放熱基板1の配線パターン1aにバンプ16により接続されている。なお、電極12aおよび電極14aがいずれも各種のバンプ接合されることも可能であり、配線パターン1aに金属接合されるLEDベアチップ2のこれらの電極12a、14aの面積が大きくなればなるほど、放熱には有利となる。この点からも、素子基板11側から光を取り出し、発光部15側に大きな金属コンタクト面積を取れる本実施形態の構成が有利である。

【0098】各LEDベアチップ2のサイズは、LEDベアチップの現状を考えた場合、縦および横が250〜350μm程度、厚さが90〜350μm程度とすることが現実的であるが、本発明はこれに限定されるものではない。

【0099】本実施形態のように、フリップチップ接続によってLEDベアチップ2を配線パターンと接続し、LEDベアチップ2を縦および横1mm程度またはそれ以上に大きくし、1個のLEDベアチップ2から取り出す光量を増加させる際にいくつかの利点が生じる。

【0100】LEDベアチップが500μm以上に大型化した場合、電極と接合されて給電されるp型半導体、n型半導体の抵抗およびその電流密度分布が原因となって、電極近傍では強く発光するが電極から遠いところでは発光が弱くなるという問題がある。本発明のように大型のLEDベアチップをフリップチップ構成として、そのLEDベアチップの電極を素子面積の50%以上に大型化することにより、この問題は解決できる。この解決は、LEDベアチップの光とり出し面と給電面とが反対側になっている本発明の特有の構成から生じるものである。なお、LEDベアチップの電極をp型、n型の一対にするのではなくて多数にすることにより、LEDベアチップ内の電流密度ムラを抑えることも可能である。この多数対の構成を従来のワイヤボンディングにて行う場合には、ワイヤの取り回しが長くなる、ワイヤボンディングの回数が増加する等の問題がある。

【0101】なお、本実施形態では、素子基板11つまりLEDベアチップの基板の表面（光出射側表面）が完全な平面ではなく、中央部が高く周縁部に向かって低くなる形状（一例としてドーム状）をなしている。

【0102】LEDベアチップ2で発生した光の進行方向を制御する反射面3aを各LEDベアチップ2を取り囲む位置に有し、各LEDベアチップ2の設置位置には孔3bが開いている金属（アルミニウム）製の光学反射板3が、放熱基板1に設けられている。そして、この孔3bには、LEDベアチップ2をモールドするように樹

脂4（エポキシ、レジン、シリコン、またはこれらの組み合わせ）が充填されている。この充填された樹脂4は、レンズとして機能する。

【0103】このような構成により、電極12a、電極14a間に順方向のバイアス電圧を印加させた場合、n型半導体層12に注入された電子とp型半導体層14に注入された正孔との再結合によって、活性層13から光が出射され、この出射光を照明として利用する。また、図5（a）、（b）の横方向に出射された光を光学反射板3の反射面3aにて上方に反射させて光利用効率の向上を図っている。

【0104】本実施形態の場合でも、LEDベアチップ2の発光動作に伴って多量の熱が発生するが、この発生した熱は、発光部15から直に放熱基板1へ放散される。また同時に、金属製の光学反射板3は、放熱基板1の均熱化にも寄与し、放熱基板1中央部への熱集中を抑制する効果も果たす。

【0105】本実施形態のLEDベアチップ2は、例えば、次のような工程により作製される。

【0106】まず、直径2インチ程度のサファイア基板上に、GaN系のn型半導体層、活性層およびp型半導体層を例えばCVD法により順次積層形成し、更に電極12a、14aを形成して半導体ウェハを製造する。そして、製造した半導体ウェハにサンドブラスト処理とダイシング処理とを組み合わせることで各LEDベアチップ2を作製する。

【0107】サファイア基板側を上にした半導体ウェハに細かいセラミック粒または金属粒を吹き付けて、素子毎の分離溝をサファイア基板側から形成した後、その分離溝を更にダイシングして複数のLEDベアチップ2に切り分ける。このようにすることにより、素子基板11の光出射側表面がドーム状をなした複数のLEDベアチップ2を作製する。ここで、吹き付けるセラミック粒または金属粒の流量、流速を制御することにより、素子基板11の表面形状を制御できる。この他、ダイシング用ブレードの刃の形の異なるものを組み合わせ、まず傾斜部を切削形成してから、別の刃型を有するダイシング用ブレードで完全に個別に切り分けることでも実現可能である。

【0108】本実施形態では、従来のLEDベアチップの上下に電極を構成した場合と異なり、フリップチップ構成を採用するとともに、LEDベアチップの上面が下面より小さくなっている。このため、上述した加工を行う際に、上面電極の大きさや損傷を気にする必要がなくなる。また、LEDベアチップの上面にワイヤがないため、ワイヤによる放射のけられ（妨害）をなくすることができ、ワイヤによる配光の乱れや光出力の低下を避けることができる。

【0109】本実施例ではサファイア基板を例にとったが、SiC基板やGaN基板などを用いても良い。重要な



点は、可視光に限らず、LEDが輻射する光を透過する基板を用いれば良い。また、LEDベアチップを従来のスルーホール素子（砲弾形素子など）や面実装素子（SMD（サーフェス・マウント・デバイス）やチップ型素子など）などの素子に組み込んで用いてもよい。

【0110】このようにして作製した複数のLEDベアチップ2を、放熱基板1の配線パターン1a、1aに電極12a、14aを接続させて、マトリクス状に放熱基板1上に配設する。そして、光学反射板3を被せた後に、樹脂4にて各LEDベアチップ2をモールドする。なお、この光学反射板3の孔3bに樹脂4を封入する際に、印刷手法での樹脂封止を行うようにする場合には、一度に大量の樹脂レンズの形成が可能であって、量産効果を高くできる。

【0111】本発明のカード型LED照明光源では、発光部15を放熱基板1側にして各LEDベアチップ2を設けているので、図1に示す従来例に見られるような給電用のワイヤを設ける必要がなく、ワイヤボンディングに要する領域も不要となるので、隣り合って設置されるLEDベアチップ2、2の間隔を狭くでき、LEDベアチップ2の高集積化を図ることができる。なお、この点は発光色の異なる多数のLEDベアチップ2（またはベアチップ）を使用しての混光にも有利である。

【0112】また、発光部15にて発生した熱は、熱伝導率が高い放熱基板1を介して外部に効率良く放散される。この際、各LEDベアチップ2では熱を発生する発光部15が放熱基板1に直接接続されているので、図1に示した従来例のように素子基板を介して熱が放散されるのではなく、発光部15にて発生した熱が直接放熱基板1を介して外部に放散されることになり、その放熱性は優れている。よって、放熱性に優れていて、多量の熱が発生してもその発生した熱を容易に放散させてLEDベアチップ2の温度上昇を抑制することができるため、各LEDベアチップ2に強い電流を流すことができ、大きい光束を得ることが可能となる。

【0113】なお、LEDベアチップ2の素子基板11（サファイア）の屈折率と、樹脂4（エポキシ樹脂またはシリコン樹脂）の屈折率とは異なるので、素子基板11の光出射側表面において、発光部15から発せられた光の一部は各々の屈折率の差によって全反射する。この全反射された光はLEDベアチップ2側に進むので、照明用としては寄与しない。従って、生じた光を有効に利用するためには、この全反射をできる限り抑制することが必要である。

【0114】本実施形態では、各LEDベアチップ2の素子基板11の光出射側表面の形状を、発光面に対して水平ではなくドーム状に加工成形している。こうすることにより、発光部15から発せられた光の全反射の割合を低くするようにしている。図7（a）は、光出射側表面がドーム状をなす本発明における光の進路を示す図で

あり、図7（b）は光出射側表面が水平面をなす比較例における光の進路を示す図である。

【0115】光出射側表面が水平面をなす場合に、その周縁部にあつては入射角が大きくなって臨界角に達する光（図7（b）のB）の割合も多くなり、全反射が起こり易くなる。これに対して、光出射側表面がドーム状をなす場合は、その周縁部にあつても光の入射角が臨界角に達する割合は少なくなり、発光部15から発せられた大部分の光（図7（a）のA）は全反射されることなく外部に出射される。

【0116】素子基板11の光出射側表面の形状をドーム状に加工成形したLEDベアチップ2（本発明例）と、素子基板11の光出射側表面が水平形状であるLEDベアチップ2（比較例）とにおける光の出射光束のシミュレーション結果を図8（a）、（b）に示す。図8（a）、（b）を比較すると、本発明例では比較例に比べて照明光として寄与できる上方への光束が増大しており、光の外部取り出しを有効に行っていることがわかる。本発明者の測定によれば、本発明例では比較例に比べて光取り出し効率を1.6倍に向上できている。

【0117】このように、本発明のカード型LED照明光源では、素子基板11の光出射側表面をドーム形状としたので、発生した光を外部へ無駄なく取り出すことができ、発生光における照明光への利用効率を非常に高くすることが可能となる。

【0118】なお、上述した例では、素子基板11の光出射側表面の形状をドーム状としたが、全反射が起こりにくいような形状（中央部が高く周縁部が低くなるような傾斜面状）であれば、任意の形状に設定することができる。例えば、図9（a）に示すように上記例と逆であつて発光部15側に凸状に傾斜面が形成された形状、図9（b）に示すような傾斜角が一定である傾斜面（テーパ面）が形成された形状を用いるようにしても良い。

【0119】ただし、傾斜面が曲面でなく、平面または多面体である場合は、この効果が低下する。傾斜面はドーム状が好ましく、この場合にはLEDベアチップ2自体にレンズが形成された効果を生じる。LEDベアチップ2自体がレンズ効果を有するため、LEDベアチップ2自体の配光がレンズ前面に集中し、LEDベアチップ2側方に出射される光量が低下する。これにより、LEDベアチップ2が組み込まれる光学系の迷光成分が減少し、その結果、カード型LED照明光源全体としての光利用効率が向上する。

【0120】上述した例では、GaN系半導体層/サファイア素子基板構成で青色光を発するLEDベアチップ2を用いた青色光のカード型LED照明光源について説明したが、他の赤色光を発するLEDベアチップ、緑色光を発するLEDベアチップまたは黄色光を発するLEDベアチップを用いるカード型LED照明光源であっても、本発明を同様に適用できることは勿論である。ま

た、これらの4種のLED素子を混在配置させ、それらの発色光を配光制御して白色光や可変色光を提供する白色カード型LED照明光源でも、本発明が適用可能であることは勿論である。

【0121】他の実施の形態としては、青色発光、緑（青緑）色発光を示すSiC基板、GaN基板などの異なる素子基板上に構成したGaN系のLEDが存在するが、この場合には素子基板自体が導電性を有するため、図5(a)および(b)における活性層13を挟んだn型、p型半導体層12、14に電極を形成する他に、一方の電極を素子基板自体とする構成も可能である。

【0122】この他、黄（橙）色、赤色の発光を示すAlInGaP系のLEDベアチップ（素子）の場合には、素子基板としてこれらの発光色に対して透過率が高いGaP基板を使用して同様の構成をとることができる。

【0123】なお、AlInGaP系のLEDベアチップの発光部を、透明電極が形成されたサファイア基板、ガラス基板等の透明基板にウエファボンドすることでも同様の構成をとり得る。

【0124】更に、図10に示すように、光学的な開口部を有した金属電極18が形成されたサファイア基板、ガラス基板等の透明な素子基板11に、同じく光学的な開口部を有した金属電極が形成されたAlInGaP系のLEDベアチップ（素子）の発光部15を金属接合（例えば超音波接合などを用いての金属接合）することでも同様の構成をとり得る。この場合、ウエファボンドの接合部は種々の形状をとることが可能であり、その一例を図11(a)～(d)に示す。

【0125】AlInGaP系LEDベアチップの場合、成長基板を除去しない状態で、まず、ベアチップの開口部を有した金属電極とウエファボンドされる透明な素子基板11に開口部を有した金属電極とを金属接合してもよい。この場合、金属接合の後、LEDベアチップの成長基板を取り除く工程を行うことになる。素子基板11の形状加工は、ウエファボンド工程の前後いずれの時点で行ってもよく、LEDベアチップの成長基板を取り除く工程の前後いずれの時点で行ってもよい。

【0126】なお、光学的に透明な接手段を使用しても透明基板とLEDベアチップの発光部とのウエファボンドが可能である。

【0127】上述した例では、サンドブラスト処理により素子基板11の表面形状を形成したが、ウォータージェットによる加工または選択的な化学エッチング処理によりその表面形状を形成すること、LED素子基板11と同等の屈折率を有する光学レンズを張り合わせるようにしてもよい。また、GaN系のLEDベアチップの加工について述べたように、ダイシングブレードの刃先を用いる切削によっても素子基板11の表面形状を得ることが可能である。なお、これらの加工が施されたフリップ

チップ用ベアチップを従来の砲弾形やSMDなどの素子に組み込んでも使用しても良い。

【0128】上記構成は、ワイヤボンドを不用とするため、光学系の小形化と高効率化に寄与する。

【0129】AlInGaP系LEDを用いる場合でも、LEDベアチップが実装される基板（放熱基板）に近い側に位置するLED電極の面積を大きくすることにより、実装用基板に向う光を反射させ、光取り出し効率が増加する。

10 【0130】なお、放熱基板1は、図5(a)、(b)に示すような金属板ベース基板以外にも、金属コア基板等で作製することが可能である。ただし、金属ベース基板である場合には、基板下面が金属であるとともに、基板上にも金属製の光学反射板を配することが可能なため、基板の上面および下面からの両面放熱が可能となり、放熱効果はより大きくなる。

【0131】（実施形態3）次に、本発明によるカード型LED照明光源の他の実施形態を説明する。

20 【0132】まず、図12を参照しながら、本実施形態のカード型LED照明光源を説明する。

【0133】本実施形態のカード型LED照明光源は、図12に示すように、金属板50と、多層配線基板51と、金属製の光学反射板52とを備えている。金属板50および多層配線基板51は、全体として1つの「カード型LED照明光源」を構成している。

【0134】金属板50は、放熱基板のベースメタルである。金属板50および光学反射板52は、アルミ、銅、ステンレス、鉄、または、これらの合金から作製され得る。金属板50と光学反射板52の材料は異なっても良い。熱伝導率の観点から好ましい材料を並べると、銅、アルミニウム、鉄、ステンレスの順となる。一方、熱膨張率の観点から好ましい材料を並べると、ステンレス、鉄、銅、アルミの順となる。防錆処理などの使い勝手の良さからアルミニウム系材料が好ましく、熱膨張に起因する信頼性劣化を避ける観点からは、ステンレス系材料が好ましい。

【0135】金属板50の裏面は、平坦であり、熱伝導性に優れた部材（不図示）の平坦な面と接触することができる。

40 【0136】金属板50に対して、電解研磨、アルマイト処理、無電解メッキ、または電着などで絶縁処理を施しておけば、金属板50が配線パターンに直接接触しても電氣的ショートが発生しない。

【0137】なお、金属板50の表面において、少なくともLEDベアチップから放射された光を反射する部分に対して、反射率を向上させるための処理を行うことが好ましい。反射率向上のための処理には、屈折率の異なる物質層を多数積層する増反射処理や、金属板50の表面における鏡面性を向上させる処理が含まれる。

50 【0138】多層配線基板51は、実施形態2と同様

に、無機フィラーと樹脂組成物との混合物からなる第1絶縁層と第2絶縁層の2層構造を有している。第1絶縁層と第2絶縁層の間には下層配線が形成されており、第2絶縁層の上には上層配線が形成されている。第2絶縁層に設けられたビアを介して上層配線と下層配線とが電氣的に接続されている。

【0139】光学反射板52の孔にLED封止樹脂を充填し、樹脂からなる凹レンズまたは凸レンズを形成することも可能であるし、また、樹脂で孔部分を埋めることによって平坦化することも可能である。しかし、光学反射板52の面積は多層配線基板51の面積より小さいため、光学反射板52の全体を樹脂でモールドすることも可能である。光学反射板52を樹脂で完全に覆えば、封止性が向上する。

【0140】照明装置側に設けられるコネクタは、例えば、図13に示されるように、カード型LED照明光源をスライドさせながら案内するガイド部を有する本体55と、カード型LED照明光源と電氣的に接続する複数のコネクタ電極56と、熱伝導性に優れた金属プレート（底板）57と、コネクタ電極を回路（点灯回路など）

に接続する配線コード58とを備えている。

【0141】コネクタに差し込まれたカード型LED照明光源の給電電極54は、対応するコネクタ電極56と接触し、導通する。放熱性の観点からは、コネクタにカード型LED照明光源を差し込んだとき、金属板50の裏面の全部または1部がコネクタの金属プレート57と熱的に接触することが好ましい。

【0142】本実施形態では、図12に示すように、給電電極54が多層配線基板51の上面における4つの辺のうちの1つの辺の側に集中的に配列されているため、カード型LED照明光源は、図中の矢印Aの方向に押されて、コネクタに差し込まれることになる。

【0143】図12からわかるように、給電電極54が設けられる領域の広さだけ、多層配線基板51のサイズは光学反射板52のサイズよりも大きくなる。このため、本実施形態では、LEDベアチップ53がマトリクス状に実装されている領域（光出射領域またはLEDクラスタ領域）の中心位置（光学中心）と基板の中心位置とが一致せず、カード型LED照明光源の曲げの応力中心が、もろい光学系の中心と一致せず、強度が向上している。また、給電電極54を基板の一端に集中させることにより、多層配線基板51の上面における他の3つの辺に対応する端部は、必ずしもコネクタの内部に完全に嵌め込まれる必要がなくなり、形状などの設計自由度が向上する。

【0144】多層配線基板51（および金属板50）の長辺方向サイズ（矢印Aに平行な辺のサイズ）を適切に設定することにより、光学中心の位置を任意に調節することができる。

【0145】光学反射板52は、基本的には、図4

(a)に示す光学反射板3と同様の構成を有しており、LEDベアチップ53の配列に対応する複数の開口部を有している。光学反射板52の開口部には、樹脂レンズが形成されることが好ましく、この樹脂レンズによってLEDベアチップ53が封止されるため、LEDベアチップ53と多層配線基板51との接続がより強固なものとなる。このようにLEDベアチップ53と多層配線基板51との接続が強固になると、カード型LED照明光源を放熱用部材にネジ止めする目的で、カード型LED照明光源のカードにネジ止め用の穴を設けたり、カードの基板のエッジ辺の一部にネジ止め用の円弧を設けることが可能となる。

【0146】図14(a)および図14(b)を参照して、本実施形態のカード型LED照明光源の構成を更に詳細に説明する。図14(a)は、活生層がフェイスダウンの状態でフリップチップ実装されたLEDベアチップ53を示している。後述するように、本実施形態では、LEDベアチップ53の種類に応じて異なる実装方式を採用している。

【0147】LEDベアチップ53は、多層配線基板51の配線パターン59と接続され、かつ、多層配線基板51上に固定されるように実装されている。金属製の光学反射板52は、LEDベアチップ53が多層配線基板51上に実装された後、多層配線基板51上に貼り付けられている。

【0148】多層配線基板51には、2層の配線パターン59が形成されており、異なる層における配線パターン59がビア63によって接続されている。最上層における配線パターン59は、Auパンプ61を介してLEDベアチップ53の電極と接続されている。配線パターン59は、例えば、銅、ニッケル、アルミニウム、または、これらの金属を主成分とする合金から形成した配線パターンによって構成される。

【0149】このような多層配線基板51では、前述のように、絶縁性を有する樹脂組成物と無機フィラーとの混合物からなる絶縁層を含んでおり、この混合物は、好ましくは熱硬化性樹脂を含んでいる。絶縁層を構成する樹脂組成物および無機フィラーの種類・量を適切に選択することにより、絶縁層の熱伝導性、線膨張係数、誘電率などを調節することができる。絶縁層の好ましい熱伝導率は、1~10(W/m・K)である。絶縁層は白色であることが好ましい。白色の絶縁層を採用することにより、絶縁層の露出部分による可視光反射率が高まり、光の利用効率が更に改善される。

【0150】無機フィラーとしては、熱伝導性に優れたAl<sub>2</sub>O<sub>3</sub>、MgO、BN、SiO<sub>2</sub>、SiC、Si<sub>3</sub>N<sub>4</sub>、およびAlNからなる群から選択された少なくとも1種類のフィラーを用いることが好ましい。無機フィラーの平均粒径は、0.1~100μmの範囲から設定されることが好ましい。平均粒径が、この範囲を外れる

と、フィラーの充填性や基板の放熱性が低下するからである。

【0151】熱硬化樹脂としては、エポキシ樹脂、フェノール樹脂、およびシアネート樹脂からなる群から選択された少なくとも1種類の樹脂を用いることが好ましい。これらの樹脂が硬化後に示す電気絶縁性、機械的強度、耐熱性が他の樹脂硬化物よりも優れているからである。樹脂組成物には、必要に応じて、カップリング剤、分散剤、着色剤、離型剤などの添加剤が加えられていても良い。

【0152】アルミナフィラーのコンポジット材料からなる厚さ160 $\mu$ mのシートを用い、合計320 $\mu$ mの絶縁層を有する2層配線の多層配線基板を用意し、アルミニウムメタルベースに貼り付ける方法でカード型LED照明光源の試作品を作製した。前記アルミニウムメタルベースのアルミナコンポジット2層基板の上にLEDベアチップを直接実装し、LEDベアチップとベースメタル間の熱抵抗を測定したところ、約1[ $^{\circ}$ C/W]という熱抵抗が得られた。

【0153】前記試作品に対して無風状態でヒートシンクによる自然放熱を行う場合、約0.3mm角のLEDベアチップ(64個)を40mA(定格の2倍の電流、電流密度は約444[mA/mm<sup>2</sup>])で駆動しようとすると、LEDベアチップの温度を約80 $^{\circ}$ Cに保持するためには、約300[cm<sup>2</sup>]のヒートシンク表面積が要求される。また、自然空冷を行う場合において、このように大きな電流で動作させようとする場合、LEDベアチップとベースメタル間の熱抵抗は約10[ $^{\circ}$ C/W]以下に設定する必要がある。

【0154】自然空冷を行う場合、LEDベアチップの温度が80~120 $^{\circ}$ Cを超えるようになると、LEDベアチップの封止樹脂(エポキシやシリコンなどの樹脂)の熱劣化および光劣化が激しくなるため、好ましくない。

【0155】熱抵抗が約5[ $^{\circ}$ C/W]以下であれば、理想的に大きな面積を有するヒートシンクではなく、現実的な有限の面積を有するヒートシンクを用いた場合であっても、自然空冷による十分な放熱が可能である。更に、熱抵抗が約2~1[ $^{\circ}$ C/W]以下であれば、小型のヒートシンクでも十分な放熱が可能となる。

【0156】また、絶縁層厚みを薄くしたり、更には約2~4[W/mK]の熱伝導率を有するアルミナコンポジット材の絶縁層ではなく、約3から5[W/mK]の熱伝導率を有するボロン系のコンポジット材の絶縁層を用いるなど1[ $^{\circ}$ C/W]以下の熱抵抗を有する系も実現可能であり、この場合はさらにヒートシンク面積を小型化しても同様の効果が得られる。

【0157】また、1~2.5[W·mK]の熱伝導率を有するシリカコンポジット材の絶縁層を用いた場合も、熱伝導率がより高い絶縁層を用いた場合と比較して

絶縁層を薄くすることにより、上記範囲の熱抵抗を実現することができる。

【0158】多層配線基板51の配線パターン59は、例えば、有機フィルムなどの離型キャリア上に配線パターンを形成し、その後、離型キャリアから上記の絶縁層上に配線パターンを転写することによって形成することができる。離型キャリアの配線パターンは、銅箔などの金属箔を接着剤を介して離型キャリアに接着させたり、更に、その金属箔上に電解メッキまたは無電解メッキで膜状に金属層を堆積した後、化学エッチングなどにより金属をパターニングして作製され得る。ただし、金属箔から配線パターンを形成する場合、金属箔の接着強度を高めるため、絶縁層の表面は粗面化されていることが好ましい。

【0159】上記の配線パターン59は他の方法で作製されていてもよい。また、配線パターン59は、絶縁層中に埋没されていてもよいし、平坦な絶縁層表面に付着した状態にあってもよい。なお、異なる層における配線パターン59を接続するビア63は、絶縁層に形成した孔(ビアホールまたはスルーホール)の内部にめっきや導電性樹脂組成物を設けることによって作製される。

【0160】このような構成を有する多層配線基板51の上面の大半は光学反射板52で覆われているが、一部は露出している。多層配線基板51上の露出領域には複数の給電電極54が形成されている。この給電電極54は、カード型LED照明光源が差し込まれるコネクタを介して照明装置の点灯回路に電氣的に接続される。

【0161】光学反射板52と多層配線基板51の間にはアンダーフィル(応力緩和層)60が設けられている。このアンダーフィル60により、金属製の光学反射板52と多層配線基板51の間にある熱膨張差に起因する応力が緩和されるとともに、光学反射板52と多層配線基板51上の上層配線との間の電氣的絶縁も確保される。

【0162】光学反射板3の全体が金属から形成されていることが好ましい。絶縁層(基板絶縁層)を基板ベースメタルと金属反射板で挟みこむことにより、基板両側からの放熱が可能になり、また、発熱体であるLEDの実装側の中央部の熱を周辺部に対して均熱化できること等の効果が得られる。また、基板絶縁層の両側から互いの金属板のそりを押さえ込む効果も副次的に期待できる。

【0163】更に、樹脂組成物および無機フィラーからなるコンポジット材料から基板絶縁層を形成すれば、このようなコンポジット材料の持つ弾性により、両方の金属の応力緩和を図ることができる。その結果、高温高出力で点灯される照明装置としての信頼性を向上させることができる。

【0164】また、応力を更に緩和し、信頼性を更に向上させるため、光学反射板と基板絶縁層の間に、これら

の材質とは異なる材質からなる応力緩和層を設けることが好ましい。絶縁層上の配線の上にバンプを形成したり、配線のほかにバンプ用のランドを設けることにより、絶縁層と光学反射板との間に空隙を設け、この空隙内に上述のアンダーフィルや、LEDのモールドに用いる樹脂（エポキシやシリコン）を充填しても応力を緩和することが可能である。このような応力緩和手段を設けると、点滅試験の熱衝撃による応力が加えられている過酷な条件のもとでも、不点灯や信頼性低下を抑制することができる。

【0165】光学反射板52の開口部には、モールドされた樹脂62によってレンズが形成されている。放熱性向上の観点から、光学反射板52はアルミニウムなどの金属プレートから形成されていることが好ましいが、他の絶縁性材料から形成されたプレートを用いてもよい。その場合、開口部の内周壁面の少なくとも一部（好ましくは全部）に、絶縁性プレートよりも反射率の高い材料、例えば、Ni、Al、Pt、Ag、Alなどの金属、または、これらの金属を主成分とする合金から形成した反射膜を設けることが望ましい。こうすることにより、LEDから側方に出た光が、反射膜によって適切に反射され、光の利用効率を向上させることが可能である。

【0166】裏面に貼り付けられる金属板50の材料は、アルミニウムに限られず、銅でもよい。金属板50の裏面は、コネクタなどに設けた熱伝導性の良い部材と接触して放熱性を高めるように平坦であることが好ましいが、裏面の一部に放熱のためのフィンや線状凹凸を設けてもよい。その場合、金属板50の裏面と接触する部材の表面には、フィンや線状凹凸に対応する凹凸形状が設けられることが好ましい。カード型LED照明光源をスライドさせてコネクタに接続する構成を採用する場合、金属板の裏面に設けるフィンや線状凹凸は、スライドを阻害しないように、スライド方向に沿って延びていることが好ましい。このようにする場合、フィンや線状凹凸自身がガイドとして機能するとともに、接触面積が増加する効果が得られる。

【0167】熱伝導材部材とカード型LED照明光源との熱的接触を高めるためには、熱伝導材部材をカード型LED照明光源に対して押圧する機構を採用することが好ましい。このような押圧はバネ性を有した給電端子で行うことが可能である。しかし、これだけで十分な押圧力を得るためには給電端子のバネ性を十分に強くする必要が生じる。給電端子との電氣的コンタクトのために必要な機械的押圧力が端子当たり50～100g程度の場合、これよりも強い押圧力を付与する押圧手段を追加的に設けることが好ましい。このような押圧手段として、カード型LED照明光源における給電端子以外の部分に対して200g以上の加圧を行うバネ性部材を配置することができる。このような押圧手段を複数個設けて

もよい。

【0168】上記の押圧手段を設ければ、給電端子への機械的押圧をあまり大きくする必要がなくなるので、カード型LED照明光源の着脱を人間の指によって行うことが容易になる。ユーザは、カード型LED照明光源をLED照明装置のコネクタに装着した後、上記押圧手段によってカード型LED照明光源の基板裏面を熱伝導部材に強固に押し付けることができる。このような押し付けにより、カード型LED照明光源はLED照明装置に一種のロックされた状態になり、不用意にカード型LED照明光源が装置から抜け落ちることが防止される。

【0169】図14(b)は、コネクタと接続された状態にあるカード型LED照明光源の端部断面を示している。図中、コネクタは破線で示されている。便宜上、図14(b)のカード型LED照明光源は、図14(a)に示すカード型LED照明光源よりも薄く記載している。

【0170】図14(b)からわかるように、多層配線基板51のコネクタ側端部には給電電極54が形成されており、給電電極54は配線パターン59と直接的に、またはビアを介して電氣的に接続されている。多層配線基板51のうち給電電極54が形成されている領域は、光学反射板52によって覆われていないため、コネクタ電極56は給電電極54と容易に接触することができる。

【0171】コネクタ電極56と給電電極54との電氣的接続／非接続は、カード型LED照明光源をコネクタに対して抜き差しすることにより簡単に実行できる。カード型LED照明光源の抜き差しを検知するスイッチをカード型LED照明光源が差し込まれるコネクタ側に設置し、カード型LED照明光源が挿入されていない時の通電を防止すれば安全性が向上する。この場合、スイッチはカードの下面、側面、および上面のいずれの位置に設けてもよい。

【0172】なお、図13において、コネクタ電極56が外部から見えるように図示されているが、現実のコネクタ電極56は、図14(b)に示すように、人間の指が触れないように設計されることが好ましい。

【0173】なお、本実施形態では、赤色(R)、緑色(G)、青色(B)、および黄色(Y)の光を発する4種類のLEDベアチップをそれぞれ16個づつ、1つの基板上に配列している。基板サイズは、例えば、長辺28.5mm×短辺23.5mm×厚さ1.3mmであり、64個のLEDが配列された矩形領域のサイズは、例えば、20mm×20mm×厚さ1mmである。この例において、LEDが配置される領域（反射板が存在する領域）が約2cm角のサイズを有する理由は、低ワットの小型電球の中で一般的な小丸電球やミニクリプトン電球のバルブサイズと同等の発光部面積を与えることにより、これら既存の低ワット電球と代替可能とするため

である。なお、小丸電球によれば、約5から10Wの電力で約20から50lmの全光束が得られ、ミニクリプトン電球によれば、約22から38Wの電力で、約250から500lmの全光束が得られる。

【0174】本発明者の実験によれば、白色LEDを用いた実施形態において、自然空冷で室温が25℃の場合、約100～300lmの光束が得られ、小型電球と同等の発光部サイズで同等の光量が得られた。また、カード型LED照明光源をビーム電球相当の筐体に組みこみ、ビーム型のダイクロミックハロゲン電球相当の径の中に収める場合、反射板が設けられた光出射領域（発光領域）の中心を電球の光軸中心と一致させようとするれば、前記発光部中心から略四角形のカードの長辺の端面（給電電極側）までの距離は、以下ようになる。

【0175】径35mmの場合： 約13mm。

【0176】径40mmの場合： 約15mm。

【0177】径50mmの場合： 約23mm。

【0178】また、基板周辺部には前記ガイド部と接触しうる平坦な部分を確保することが好ましい。また、反射板の全体を樹脂封止するためには、基板周辺部にLEDを設けられない領域を配置することが好ましい。このような領域は、約2cm角サイズの光出射領域の両側に設けられ、それぞれの領域の幅は、例えば1～3mmに設定される。この領域（余白部）をより大きく設定する場合、発光部中心から前記端面までの距離が縮小する必要がある。

【0179】カード差込みタイプの利用形式やカードを設置して押圧するタイプの利用形式で、照明器具およびランプの両方の用途に対応する場合、カード型LED照明光源の片面に給電電極が集中していることが、各種方式の抜き差しに対応する観点からも望ましく、反射鏡板（光出射領域）が基板の幾何中心からずれるように配置されることが更に望ましい。

【0180】なお、カード型LED照明光源の基板裏面からの放熱を有効に行うため、給電電極は基板の光出射側面に集中して設置されていることが好ましいが、更に、基板裏面の広範囲な面にわたる熱伝導部材（放熱手段）との熱的接触を確保するため、給電端子による押し当てだけではなく、他の押圧手段による押し当てを行うことが好ましい。このような押圧を行うためのスペースを基板主面上に余白部として設けておくことが望ましい。

【0181】前記発光部中心から給電電極の存在しない基板端面までの距離は、給電電極の存在する側の距離より短く設定できる。この距離を光出射領域の両側における余白部の幅と一致させれば、例えば4つのカード型LED照明光源を2辺ずつが接するように密接配置されるとき、反射鏡板（光出射領域）の間隔を等距離で、かつ可能な限り短く設定することが可能となる。

【0182】以上説明した観点から、カード型LED照

明光源における光出射領域の中心（発光部中心）から基板端面（給電電極側の端面）までの距離を約16.5mm、上記発光部中心から基板端面（給電電極側とは反対側の端面）までの距離を約12mmとする試作品を作製した。給電電極と反対側のスペース（幅）を十分な大きさに設定することにより、反射板（光出射領域）の外側（基板の余白部）において、下層配線層とのビア接続が可能となる。この場合、本部分を部分単層とすることで、ビアを用いなくとも上下層のワイヤリングなどによって導通をとることも可能である。また逆に、給電電極側を部分単層とすることも可能である。更に、基板上の一部のみにおいて、更なる部分多層化を行い、配線のジャンパの自由度を高めることも可能である。この場合、上記余白部は有効なスペースとなる。

【0183】本実施形態において、給電電極は、コネクタ電極との接触についての機械的誤差や、ビアの製造誤差を考慮し、略四角形の形状を持つように設計し、幅0.8mm、長さ2.5mm、給電電極間の中心と中心の距離1.25mmに設定している。カード型LED照明光源の基板上において、できるだけ多くの独立した回路を形成するには、給電電極の数は多い方が好ましい。本実施形態の構成例では、16個の給電電極を設けることが可能である。

【0184】定電流駆動用に、同数のアノード側電極およびカソード側電極を設ける場合、青、緑（青緑）、黄（橙）、赤、および白の各々に給電電極に割り当てた上で、6個（3経路）の予備端子を設けることが可能となる。

【0185】本実施形態では、給電電極とメタルベース基板との間の最小絶縁距離を確保するため、給電電極のエッジと基板端面との距離を最小で2mmに設定している。この絶縁性を更に向上させるためには、給電電極の間を平面ではなく立体的にし、絶縁層でリブを形成することも可能である。

【0186】1枚のカード型LED照明光源に設けた64個のLEDベアチップの相互接続状態を表す等価回路を図15に示す。図15において、R（+）は、赤色光を出すLEDベアチップのアノード側を意味し、R

（-）は、赤色光を出すLEDベアチップのカソード側を意味している。他の色（Y、G、B）についても、同様である。

【0187】図16は、LED点灯回路の構成例を示すブロック図である。図示されている構成例では、カード型LED照明光源の点灯回路70が整流／平滑回路71、電圧降下回路72、および定電流回路73を備えている。整流／平滑回路71は、AC100Vの電源に接続され、交流を直流化する機能を有する公知の回路である。なお、電源はAC100Vに限られず、DC電源を用いても良い。DC電源を用いる場合、平滑回路と降圧回路の組み合わせた整流／平滑回路回路71を用いる代



わりに、電圧変換回路（降圧・昇圧回路）を用いれば良い。

【0188】電圧降下回路72は、直流化された電圧をLEDの発光に適した電圧（例えば18V）に低下させる。定電流回路73は、青色、緑色、黄色、および赤色のためのLEDコントロール定電流回路から構成されている。LEDコントロール定電流回路は、カード型LED照明光源75における各色のLED群76に供給する電流を一定値に調節する機能を有している。定電流回路73と各LED群76との間の電氣的接続は、カード型LED照明光源75を照明装置のコネクタにはめ込むことによって達成される。具体的には、カード型LED照明光源75の基板上に形成された給電電極が、コネクタ内の対応する給電電極と接触することにより、電氣的に導通する。

【0189】このような点灯回路70は、回路要素の一部として電解コンデンサを含んでいる。電解コンデンサの温度は約100℃程度で寿命が著しく短くなるため、電解コンデンサの近傍における温度は100℃を充分に下回らなければならない。本実施形態によれば、カード型LED照明光源75で発生した熱がカード型LED照明光源75の金属板を介して照明装置内の放熱部材を通じて放熱手段から放熱されるため、点灯回路の電解コンデンサの近傍温度は80℃程度以下に維持され、点灯回路の長寿命化も果たされる。

【0190】本実施形態では、青色、緑（青緑）色、黄（橙）色、および赤色の各々のLED群76について定電流駆動を行うため、別々にグラウンド電位を与えている。このため、本実施形態におけるカード型LED照明光源75の給電電極数は8個である。8個の給電電極のうちの半分はアノード電極として機能し、他の半分はカソード電極として機能する。

【0191】以下、図17および図18を参照しながら、本実施形態におけるカード型LED照明光源の多層配線パターンを説明する。図17は、多層配線基板における上層配線パターンのレイアウトを示し、図18は、下層配線パターンのレイアウトを示している。

【0192】図17および図18において、配線パターン78の上に示されている小さな円形領域79は、上下配線パターンを接続するビアの位置を示している。なお、図17および図18では、簡単化のため、参照符号「78」および「79」をそれぞれ各図において一箇所にししか示していないが、現実には多数の配線パターンとビアとが形成されていることは言うまでもない。

【0193】図17において、代表的に示される破線で囲まれた領域85aおよび85bにLEDペアチップが実装される。図19（a）および（b）は、領域85aおよび85bを拡大して示している。図19（a）に示す部分には、フリップチップ（FC）実装形式でLEDペアチップが実装される。一方、図19（b）に示す部

分には、ワイヤボンド（WB）実装形式でLEDペアチップが実装される。図19（c）は、FC実装されたLEDペアチップの断面を示し、図19（d）は、WB実装されたLEDペアチップの断面を示している。

【0194】本実施形態では、青色または緑（青緑）色の光を発するLEDペアチップについては、FC実装を行い、黄（橙）色または赤色の光を発するLEDペアチップについては、WB実装を行っている。

【0195】赤色または黄（橙）色の光（相対的に波長が長い光）を発するLEDペアチップ（素子）は、通常、発光層を含む積層構造がGaAs基板上に形成されている。GaAs基板は、赤色や黄色の光を透過しにくいいため、発光層の下方に位置するように実装される。このため、このようなLEDペアチップは、フェイスダウン状態で実装することができない。

【0196】図19（c）に示すFC実装の場合は、LEDペアチップの発光層が存在する側にn電極およびp電極が形成され、それらの電極と多層配線基板の配線（上層配線）との接続は金パンプを介して行われている。

【0197】なお、本実施形態では、基板上の配線パターンは、銅箔の上にニッケルメッキを行い、その上に金めっきを行うことによって作製されている。上記の銅箔の厚さを35μm以下に設定することにより、フリップチップ実装に必要な横方向サイズが50μm以下となる部分ファインパターンを形成している。部分ファインパターンを形成することにより、基板全面のパターン設計ルールにおけるラインアンドスペースを大きな値に維持したまま、フリップチップ実装がなされる箇所における電極間隔を短縮することが可能となる。このため、配線パターンを効率的に作製でき、基板の製造歩留まりが向上する。

【0198】また、配線パターンは基板上において離散的に存在しているため、ある条件では、無電解メッキで形成した。試作品では、ニッケルメッキの厚さを約6μmに設定し、その上に形成した金メッキの厚さを0.6μmに設定した。このように金メッキの厚さを十分大きく設定することにより、LEDペアチップと金属接合する際に生じる金のくわれによる接合強度不足を補うことが可能となる。

【0199】なお、LEDペアチップが実装されない領域での反射率を上げるため、配線パターンや基板表面の上に反射率の高い材料からなる層または部材を配置してもよい。

【0200】一方、青色または緑（青緑）色の光（相対的に波長が短い光）を発するLEDペアチップ（素子）では、通常、発光層を含む積層構造がサファイア基板上に形成される。サファイア基板は、青色や緑色の光を透過するため、発光層の下方でも上方でも任意の配置で実装され得る。FC実装の方が、高密度化に適しているた

め、本実施形態では、青色LEDベアチップおよび緑色LEDベアチップを、FC実装により基板に搭載している。図19(d)に示すWB実装の場合は、基板裏面およびLEDベアチップの発光層が存在する側に、それぞれ、n電極およびp電極が形成され、p電極が多層配線基板上の配線（上層配線）とボンディングワイヤを介して接続される。n電極は、導電性ペースト、ハンダ、金属接合、異方性導電性接着剤などを介して、多層配線基板上の配線（上層配線）と接続される。また、これらを更に強固に接続するため、アンダーフィル材を用いても良い。

【0201】なお、各色のLEDの構造や実装形式は、本実施形態におけるものに限定されるわけではない。1つの基板上における全てのLEDが1種類の実装形式で搭載されていてもよいし、3種類以上の実装形式で搭載されていても良い。採用するLEDの構造に応じて最適な実装形式で各LEDを搭載することが望ましい。また、素子との接合信頼性を高める観点から、基板の配線パターンの少なくとも表面は金属から形成されていることが望ましい。金に対する金属接合を確実にするためには、金属の厚さを0.5μm以上に設定することが好ましく、1μm以上に設定することが更に好ましい。

【0202】異なる種類のLEDを同一基板上に配列したり、あるいは、複数の種類の実装方法でLEDを同一基板上に配列する場合、LEDによって発光層の位置が変化する。このため、LEDごとに設けるレンズの幾何学的形状（焦点位置や開口率）をLEDの発光位置や発光色によって生じる色収差に応じて最適化することが好ましい。

【0203】図17および図18を参照して、配線のレイアウトを説明する。

【0204】図17に示す電極80a、80b、80c、および80dは、それぞれ、例えば、赤色、青色、緑色、および黄色の各LED群に対してアノード電位を与える給電電極である。一方、電極90a、90b、90c、および90dは、それぞれ、例えば、赤色、青色、緑色、および黄色の各LED群に対してカソード電位（グラウンド電位）を与える給電電極である。

【0205】電極80a、80b、80c、および80dは、それぞれ、ビアを介して、図18に示す配線81a、81b、81c、および81dと接続されている。一方、図17に示す電極90a、90b、90c、および90dは、それぞれ、ビアを介して、図18に示す配線92a、92b、92c、および92dと接続されている。

【0206】図17および図18に示す多層配線構成により、図15の回路と実質的に等しい回路が形成されているが、配線パターンのレイアウトは、任意であり、図17および図18に示す構成に限定されないことは言うまでもない。

【0207】本実施形態では、図17の下方に示す領域に全ての給電電極（アノード電極およびカソード電極）80a～80d、90a～90dを1直線状に配列し、基板の一辺近傍に給電電極を集中させているため、カード型LED照明光源とコネクタとの接続が容易になる。このように、異なる色を発するLED群ごとにグラウンドラインも分離しつつ、給電電極を基板の一辺側に集中させることができる理由は、上述のような多層配線構造を採用しているためである。

10 【0208】以上説明してきたように、本実施形態では、カード型LED照明光源の金属板の裏面に給電電極が存在せず、金属板裏面が平坦である。このため、この金属板と熱伝導性に優れる部材（照明装置に設けられる）との接触面積を広く確保し、カード型LED照明光源から外部への熱の放散を促進することができる。この接触面積は、LEDが配列された領域（光出射領域またはLEDクラスタ領域）の面積以上の大きさをもつことが好ましい。

20 【0209】本実施形態では、1つの基板上に異なる波長の光を発する4種類のLEDベアチップを配列しているが、本発明はこれに限定されない。発する光の色（波長帯域）は、1～3種類でも5種類以上であってもよい。また、各々が複数の光を発するLEDベアチップや、蛍光体を添加することで白色光を発するLEDベアチップを用いてもよい。なお、白色光を放射するLEDベアチップを用いない限り、一般的には、白色発光のためにLEDベアチップの周囲を蛍光体で覆う必要がある。この場合、基板と反射板とによって形成される空間内に蛍光体を封入すれば、LEDによる蛍光体励起を実現できる。このようにする代わりに、蛍光体を分散させたシートを反射板の上面に張りつけてもよい。また、前記蛍光体を分散させたシート自体を更に透明な樹脂材料でカード型LED光源と一体に形成しても良い。

【0210】（実施形態4）以下、図20から図31を参照しながら、本発明によるLED照明装置の種々の実施形態を説明する。

30 【0211】まず、図20を参照する。図20は、電球型のLED照明装置を示している。このLED照明装置は、基本的には、図3に示すLED照明装置と同様の構成を有しているが、カード型LED照明光源を照明装置に組み込む方式が異なっている。図20のLED照明装置は、照明装置本体96に光透過性カバー97が組み合わされて使用されるが、カード型LED照明光源95の取り外しは、光透過性カバー97を本体96から一時的に外した状態で行う。本体96の上面には、カード型LED照明光源96が嵌め込まれる受容部98が設けられており、本体96は、受容部98に嵌め込まれたカード型LED照明光源96を上面から押さえる固定蓋99を備えている。固定蓋99は、その一端の近傍を回動軸として開閉するように支持されており、カード型LED照



明光源95上の給電電極95aと接触するコネクタ電極99aを有している。このコネクタ電極99aは、本体96内の点灯回路（不図示）と接続されている。固定蓋99aおよび受容部98は、その組合せにより、1つの「コネクタ」として機能する。

【0212】固定蓋99は、受容部98に収められたカード型LED照明光源95の光射出領域を開放しつつ、給電電極95aやその他の部分を押さえる構造を有している。固定蓋99を開めた状態において、カード型LED照明光源95の基板裏面は、受容部98の底面と熱的に接触する。受容部98の底面は、熱伝導性の優れた材料（例えばアルミニウムなどの金属材料）から形成されていることが好ましい。この熱伝導性に優れた材料は、ヒートシンクとして機能し、カード型LED照明光源95で発生した熱を放散し、過度の昇温を抑えることができる。

【0213】好ましい実施形態では、光透過性カバー97の取り外しや固定蓋99の開閉は、特別の道具を用いることなく、人の手や指によって簡単に行うことができるように構成されている。このため、カード型LED照明光源95の取り替え（着脱）は容易に行える。なお、光透過性カバー97は、光拡散性を有していてもよい。なお、光透過性カバー97に代えて、着色材、蛍光材、リン光材から作製した他のカバー97aを用いても良い。また、レンチキュラーレンズ97bや光拡散カバー97cを採用してもよい。あるいは、複レンズや反射材、または、上記した各種の光学部材を複合させた機能を有するカバーを採用してもよい。

【0214】図20の照明装置では、1枚のカード型LED照明光源95が着脱されるが、1つの照明装置に対して着脱されるカード型LED照明光源の枚数は複数であってもよい。図21は、複数枚のカード型LED照明光源が装着される電球型のLED照明装置を示している。カード型LED照明光源は、開閉可能な一対の固定蓋によって抑えつけられ、固定される。

【0215】図20および図21では、電球型ランプと置き換え可能なLED照明装置が示されているが、直管蛍光ランプや丸管蛍光ランプと置き換え可能なLED照明光源を本発明のカード型LED照明光源を用いて実現することも可能である。直管蛍光ランプや丸管蛍光ランプと同様の形態を有するLED照明光源を作製すれば、既存の装置に対して直管または丸管の蛍光ランプの代わりに本発明によるLED照明光源を取り付けて使用することができる。

【0216】図22は、スタンド型のLED照明装置を示している。図22に示されている照明装置本体96には、カード型LED照明光源95を収容するための受容部98が設けられている。この受容部98は、カード型LED照明光源95をスライドさせるように案内するガイドを有している。給電電極95aが設けられている部

分を先端としてカード型LED照明光源95を照明装置の受容部98に挿入すれば、カード型LED照明光源95が装着された状態で給電電極95aとコネクタ電極との接続が完了する。装着されたカード型LED照明光源95は、摩擦力によって固定され、不用意には外れない。また、カード型LED照明光源95の基板裏面は受容部98と熱的に接触するため、この接触部分は熱伝導性に優れた材料から形成しておくことが好ましい。

【0217】図22のスタンド型照明装置では、1枚のカード型LED照明光源95が着脱されるが、1つの照明装置に対して着脱されるカード型LED照明光源の枚数は複数であってもよい。図23は、2枚のカード型LED照明光源が着脱される構成のスタンド型LED照明装置を示している。

【0218】図24は、スタンド型LED照明装置の他の実施形態を示している。このLED照明装置では、図21に示すタイプのコネクタが採用されている。固定蓋によってカード型LED照明光源が照明装置に固定されている。この固定蓋の開閉は、人の指によって簡単に実行できる。

【0219】図25は、懐中電灯やペンライトとして携帯可能なLED照明装置を示している。この照明装置には、カード型LED照明光源95を着脱するためのスロット100が設けられている。ただし、カード型LED照明光源95の着脱は、スロットを設けずに行う構成を採用しても良い。図25のLED照明装置は、乾電池や充電電池によってカード型LED照明光源を動作させることができ、持ち運び可能な構成を有している。

【0220】図26は、従来の直管蛍光ランプを用いる照明装置に置き換わるLED照明装置を示している。このLED照明装置の本体101には、複数のカード型LED照明光源95を着脱することのできるコネクタが設けられており、本体101のスロット100を介してカード型LED照明光源95の着脱が行われる。

【0221】図26の照明光源は、直管蛍光ランプそのものと置き換え可能なLED照明光源ではなく、直管蛍光ランプを用いたスタンド型照明装置と置き換えられるLED照明光源である。

【0222】図27は、従来の丸管蛍光ランプを用いる照明装置に置き換わるLED照明装置を示している。LED照明装置の本体102には、複数のカード型LED照明光源95を着脱することのできるコネクタが設けられており、本体102のスロット100を介してカード型LED照明光源95の着脱が行われる。

【0223】図28は、ダウンライト型のLED照明光源を示している。本発明のLED照明装置は薄型化しやすいため、ダウンライトとして部屋や車の天井に配設することが容易である。

【0224】図29は、光軸可変型のLED照明装置を示している。カード型LED照明光源が装着されている

部分を特定軸（1つ軸に限定されず、多軸を含む）を中心に任意の角度だけ回転することにより、光出射方向を所望の方位に設定することが容易である。

【0225】図30は、カード型のLED照明装置を示している。電源としてボタン電池などの薄型電池を採用し、照明装置自体を薄型化している。このようなLED照明装置は、薄型・軽量化により、携帯しやすい。

【0226】図31は、キーホールダ型のLED照明装置を示している。このLED照明装置も、ボタン電池などの薄型電池で動作し、小型軽量化されているため、持ち運びに便利である。

【0227】以上、図20から図31を参照しながら本発明によるLED照明装置の種々の実施形態を説明してきたが、本発明の実施形態は、これらに限定されず、多様な形態をとり得る。

【0228】上記実施形態の説明からも明らかなように、1つの照明装置に対して1枚または複数枚のカード型LED照明光源を用いるように各照明装置を設計する場合、規格化された所定のカード型LED照明光源が普及しやすい。例えば、図21の照明装置の場合、1枚の大面積カード型LED照明光源を用いるより、図20の照明装置に対しても着脱可能なカード型LED照明光源をそのまま複数枚使用できるように構成する方が好ましい。そうすれば、カード型LED照明光源の量産効果により、単体の価格を低下させやすいという重要な効果が得られる。また、照明装置の種類や生産メーカーの違いによって使用可能なカード型LED照明光源が異なると、互換性が悪く、ユーザの不満が強まるため、カード型LED照明光源の主要部分については、規格化された機能や寸法を持つことが好ましい。

【0229】なお、上記実施形態におけるカード型LED照明光源では、いずれも、LEDベアチップが実装されたものを用いているが、有機EL膜が形成されたカード型LED照明光源を採用しても良い。本明細書における「基板の片面にLEDが実装された着脱可能なカード型LED照明光源」は、放熱基板上に有機ELを設けたカード型LED照明光源をも広く含むものとする。

【0230】以上説明してきたように、本発明によるLED照明装置は、カード型LED照明光源を簡単に着脱できる部材として用いることにより、照明装置としての寿命が延び、既存の照明装置と置き換えられ得るようになる。このようなLED照明装置には、図12に示す構成のカード型LED照明光源が好適に使用されるが、本発明のLED照明装置に用いるカード型LED照明光源は、前述した実施形態に制限されるわけではない。

【0231】このように、本発明のLED照明装置に着脱するカード型LED照明光源としては、種々の構成を有するものを採用することが可能であり、図面を参照して説明したカード型LED照明光源の実施形態に限定されない。

【0232】また、本発明のカード型LED照明光源は、照明装置以外の装置に採用することも可能である。例えば、照明装置と同様に輝度の高い光の出射が必要な機器や、その他の装置の光源部分な、本発明による着脱可能なカード型LED照明光源を用いても良い。

【0233】なお、基板上にLEDベアチップを直接実装する代わりに、LEDベアチップがモールドされた状態のLED素子（好ましくは面実装型）を基板に接合してもよい。この場合、LEDがモールドされた状態で別途作製されるので、LEDベアチップを直接実装する場合に比べて、基板とLEDベアチップとの間の熱抵抗は高くなる。しかし、前述した基板構成を採用すれば、LED素子を基板上に設置した場合でも、従来よりも優れた放熱性を実現することができ、LED素子の集積時の放熱性を向上させることが可能である。

【0234】

【発明の効果】本発明のLED照明装置によれば、光源部分を着脱可能なカード状構造物によって構成することにより、光源における各LED素子で発生した熱をスムーズに放熱させる効果を高めるとともに、寿命の尽きた光源だけを新しい光源と取替え可能とすることによって照明装置の光源以外の構造体を長期間使用できるようになる。

【0235】また、本発明のカード型LED照明光源によれば、LED素子の高密度化、良好な放熱性、および、発生した光の利用効率の向上を同時に実現することができ、カード型LED照明光源の実用化が可能となる。

【図面の簡単な説明】

【図1】(a)は、従来のLED照明光源の斜視図であり、(b)は、従来の他のLED照明光源の斜視図である。

【図2】(a)は、図1(a)のLED照明光源におけるLEDの部分断面図であり、(b)は、図1(b)のLED照明光源におけるLEDの部分断面図である。

【図3】(a)は、本発明による平面型のLED照明装置の一部を示す斜視図であり、(b)は、本発明による電球型のLED照明装置を示す斜視図である。

【図4】(a)は、本発明のカード型LED照明光源の一実施形態における分解斜視図であり、(b)は、そのLED照明光源の斜視図である。

【図5】(a)および(b)は、それぞれ、本発明のカード型LED照明光源の実施形態におけるLEDの断面図である。

【図6】(a)および(b)は、カード型LED照明光源における複数のLEDの接続例を示す等価回路図である。

【図7】(a)および(b)は、LEDから出た光の進路を示す図である。

【図8】(a)および(b)は、LEDから出た光の出

射光束についてのシミュレーション結果を示す図である。

【図9】(a)および(b)は、LEDにおける素子基板の光出射側表面の他の形状例を示す断面図である。

【図10】LEDの他の構成例を示す断面図である。

【図11】(a)～(d)は、図10に示すLEDにおけるウエファボンドの接合部の構成例を示す平面レイアウト図である。

【図12】本発明のカード型LED照明光源の他の実施形態を示す分解斜視図である。

【図13】本発明のLED照明光源に用いられ得るコネクタを示す図である。

【図14】(a)は、図12のカード型LED照明光源におけるLEDが設けられている領域の断面図であり、(b)は、給電電極が設けられている領域の断面図である。

【図15】図12のカード型LED照明光源におけるLEDの接続構成を示す等価回路図である。

【図16】図12のカード型LED照明光源が装着されるLED照明装置の点灯回路の構成を示すブロック図である。

【図17】図12のカード型LED照明光源における上層配線パターンを示す平面レイアウト図である。

【図18】図12のカード型LED照明光源における下層配線パターンを示す平面レイアウト図である。

【図19】フリップチップ(FC)実装される部分の配線パターンを示す平面図、(b)は、ワイヤボンド(WB)実装される部分の配線パターンを示す平面図、(c)は、FC実装されたLEDベアチップの断面図、(d)は、WB実装されたLEDベアチップの断面図である。

【図20】本発明のLED照明光源の他の実施形態を示す図であり、電球型のLED照明装置を示している。

【図21】本発明のLED照明光源の更に他の実施形態を示す図であり、複数枚のカード型LED照明光源が装着される電球型のLED照明装置を示している。

【図22】本発明のLED照明光源の更に他の実施形態を示す図であり、スタンド型のLED照明装置を示している。

【図23】本発明のLED照明光源の更に他の実施形態を示す図であり、2枚のカード型LED照明光源が着脱される構成のスタンド型LED照明装置を示している。

【図24】本発明のLED照明光源の更に他の実施形態を示す図であり、スタンド型LED照明装置の他の実施形態を示している。

【図25】本発明のLED照明光源の更に他の実施形態を示す図であり、懐中電灯やペンライトのLED照明装置を示している。

【図26】従来の直管蛍光灯を用いる照明装置に置き換わるLED照明装置を示している。

【図27】本発明のLED照明光源の更に他の実施形態を示す図であり、従来の丸管蛍光灯を用いる照明装置に置き換わるLED照明装置を示している。

【図28】本発明のLED照明光源の更に他の実施形態を示す図であり、ダウンライト型のLED照明装置を示している。

【図29】本発明のLED照明光源の更に他の実施形態を示す図であり、光軸可変型のLED照明装置を示している。

【図30】本発明のLED照明光源の更に他の実施形態を示す図であり、カード型のLED照明装置を示している。

【図31】本発明のLED照明光源の更に他の実施形態を示す図であり、キーホールダ型のLED照明装置を示している。

#### 【符号の説明】

1	放熱基板
1 a	配線パターン
1 b	金属板
1 c	絶縁層
1 d	配線パターン
1 e	絶縁層
2	LEDベアチップ
3	光学反射板
3 a	反射面
3 b	光学反射板の孔(開口部)
4	樹脂
10	カード型LED照明光源
11	LEDの素子基板
12	GaN系のn型半導体層
13	活性層
14	p型半導体層
15	発光部
16	バンパ
19	ヒートシンク
20	アダプタ
21	基板
21 a	配線パターン
22	LEDベアチップ
23	板
23 a	板23の反射面
23 b	板23の孔(開口部)
24	樹脂(モールド樹脂)
31	素子基板
32	n型半導体層
33	活性層
34	p型半導体層
34 a	電極
41	金製のワイヤ
42	金製のワイヤ

41

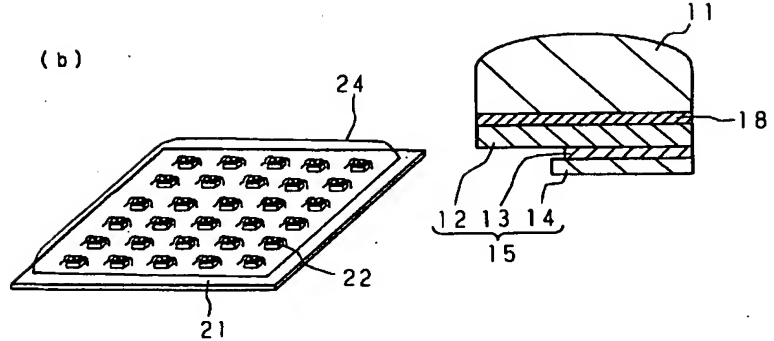
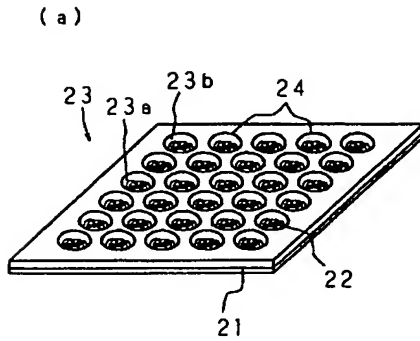
50 金属板  
51 多層配線基板  
52 金属製光学反射板  
53 LED  
54 給電電極  
55 コネクタ本体  
56 コネクタ電極

42

57 金属プレート（底板）  
58 配線コード  
59 配線パターン  
60 アンダーフィル  
61 Auバンプ  
62 樹脂  
63 ピア

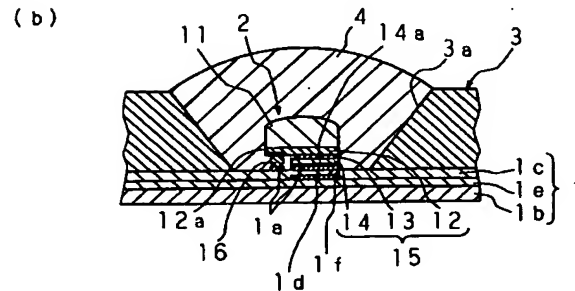
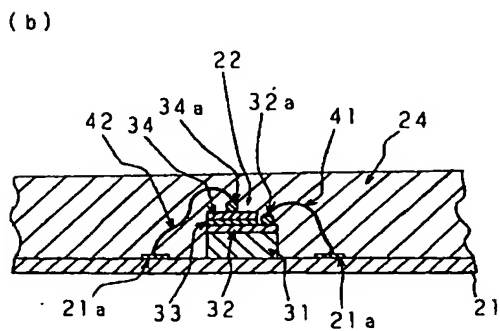
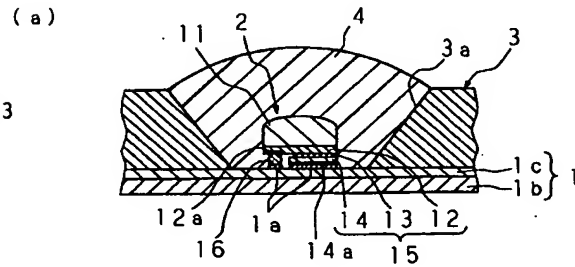
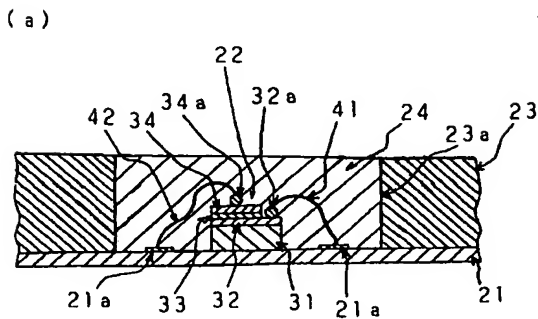
【図1】

【図10】

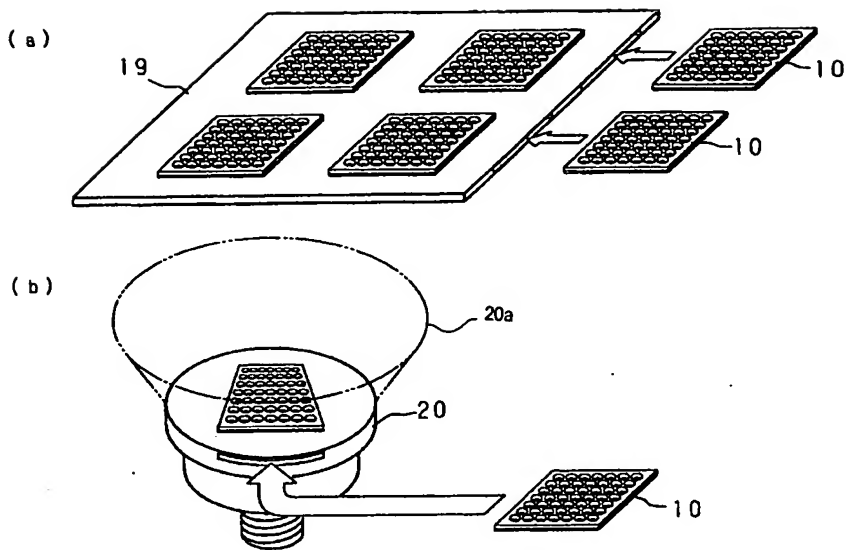


【図2】

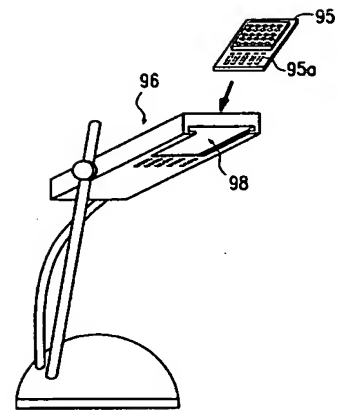
【図5】



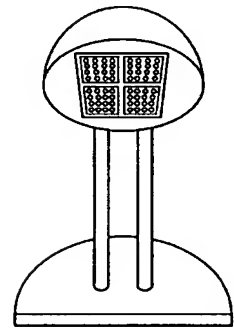
【図3】



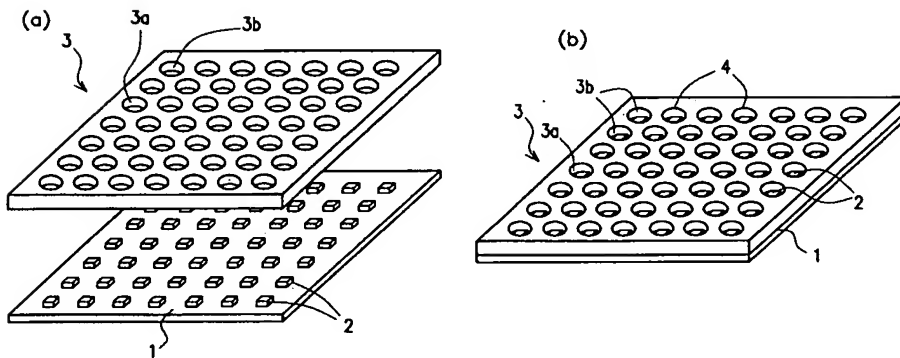
【図22】



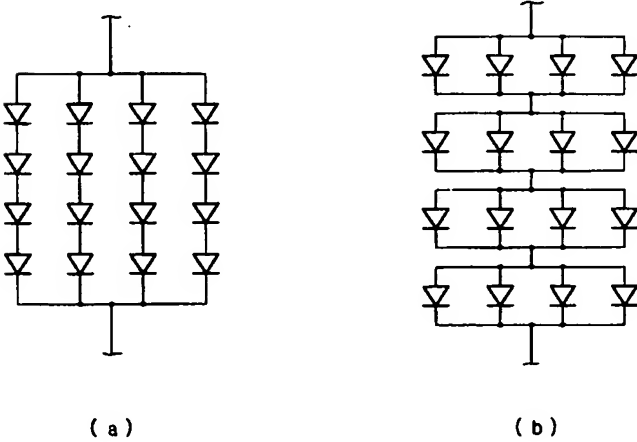
【図24】



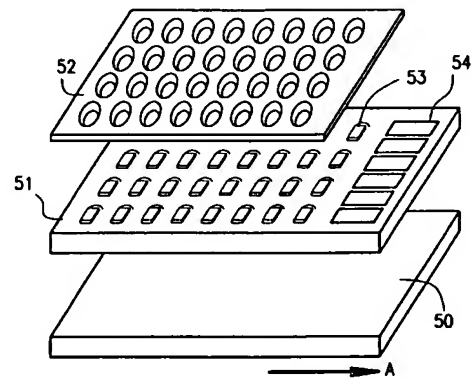
【図4】



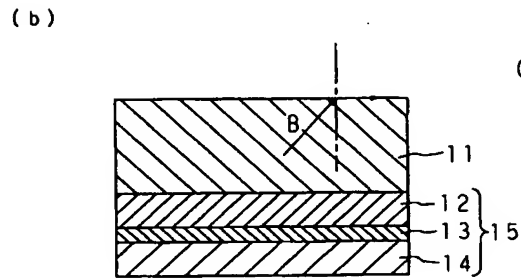
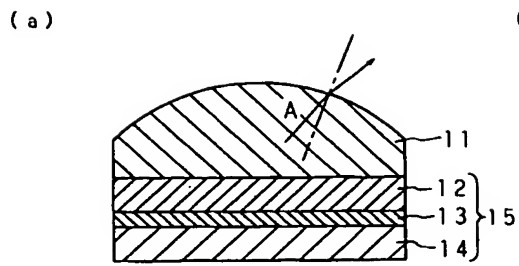
【図6】



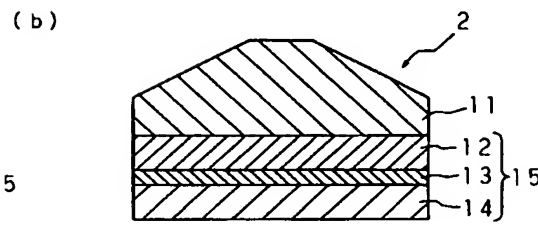
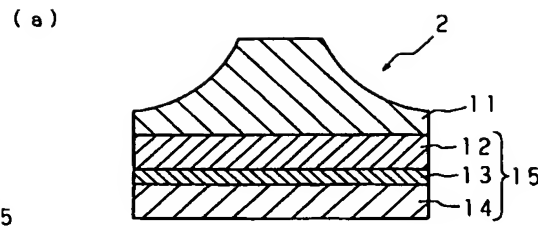
【図12】



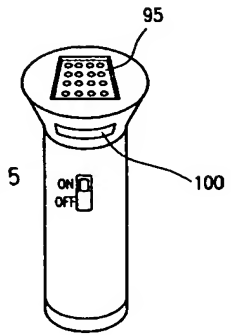
【図7】



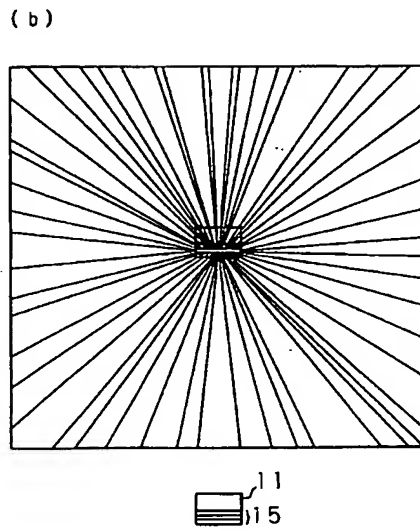
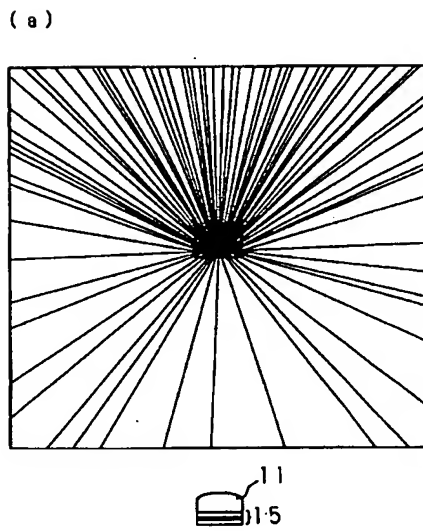
【図9】



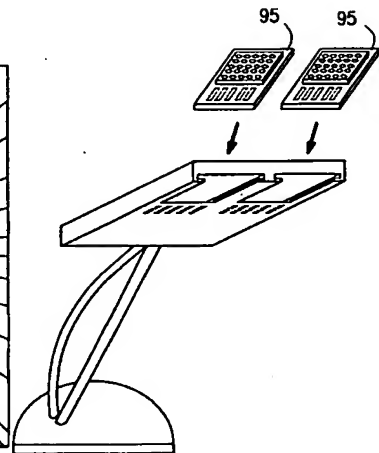
【図25】



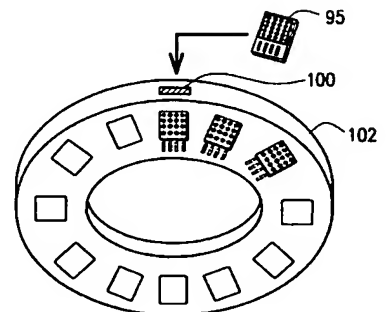
【図8】



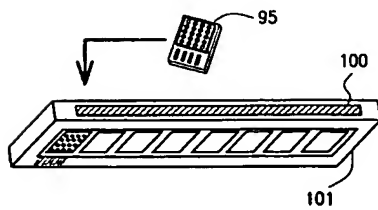
【図23】



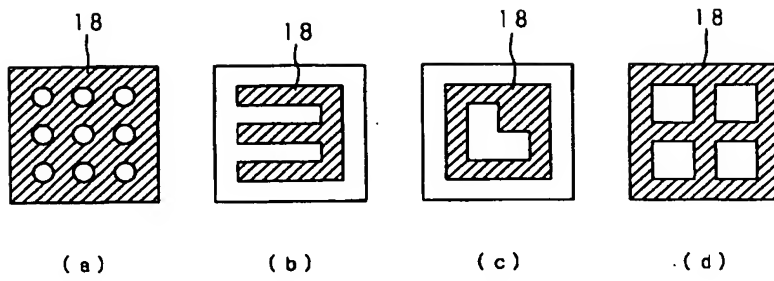
【図27】



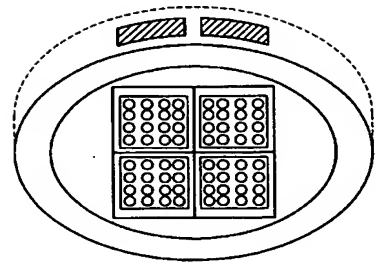
【図26】



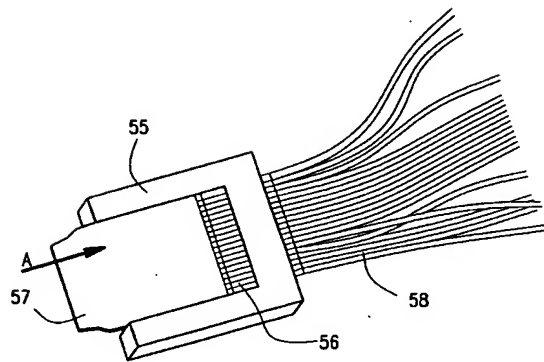
【図11】



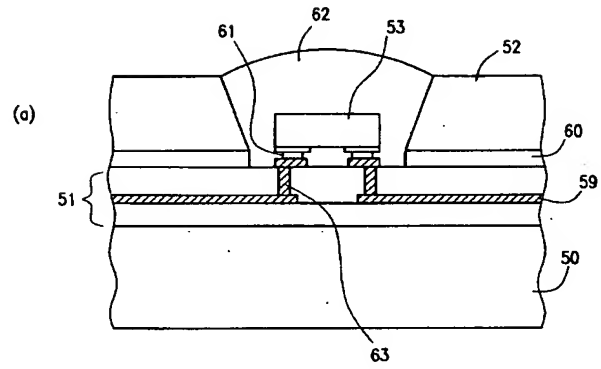
【図28】



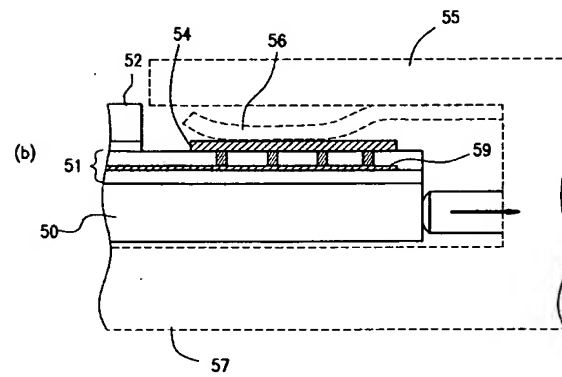
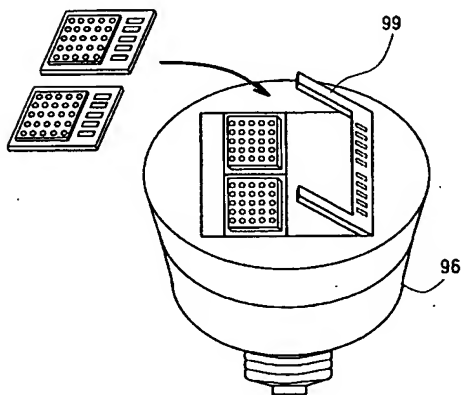
【図13】



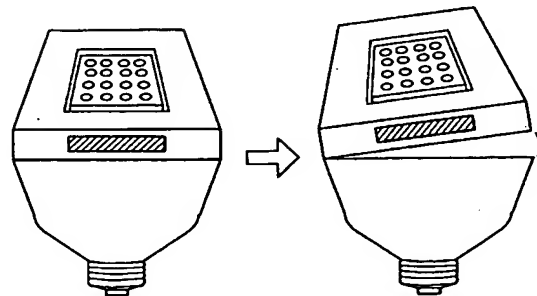
【図14】



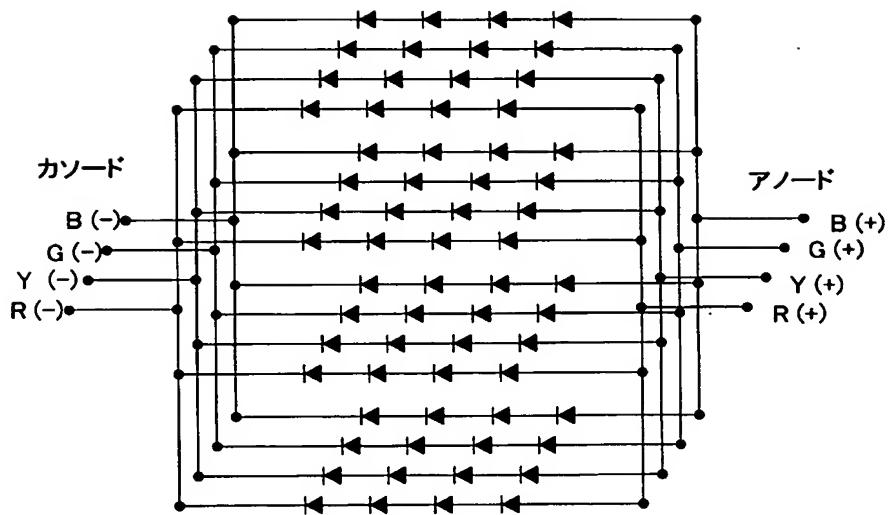
【図21】



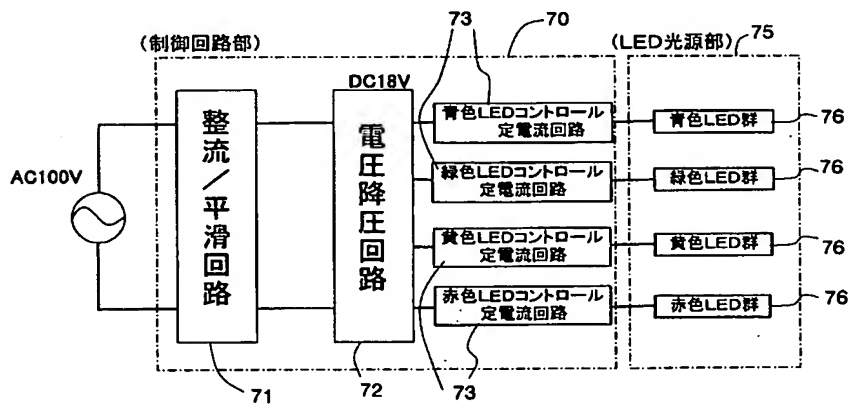
【図29】



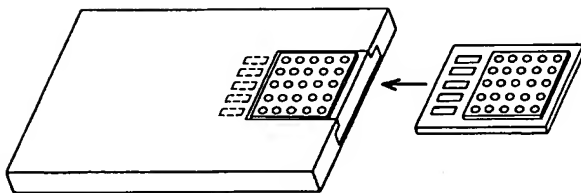
【図15】



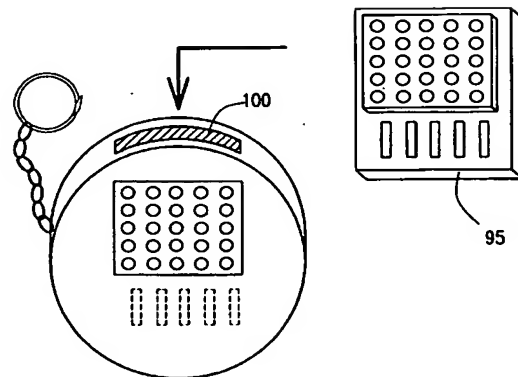
【図16】



【図30】

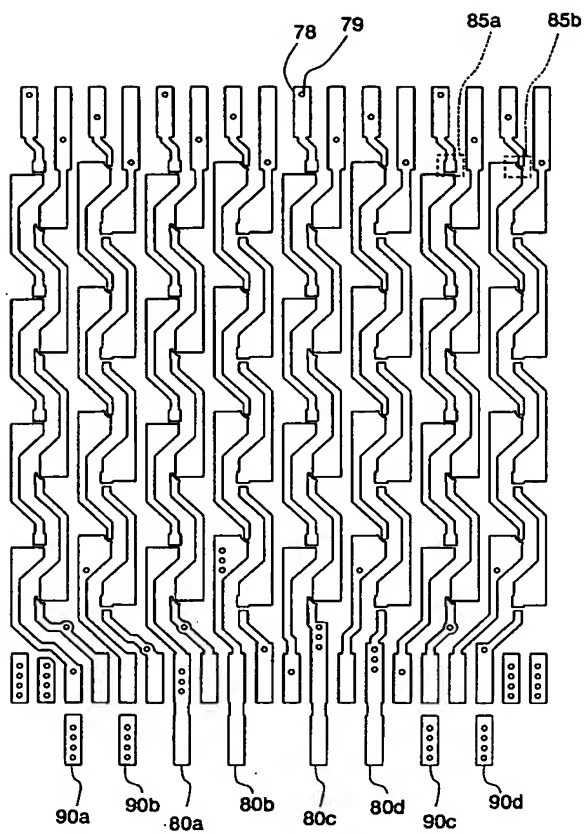


【図31】

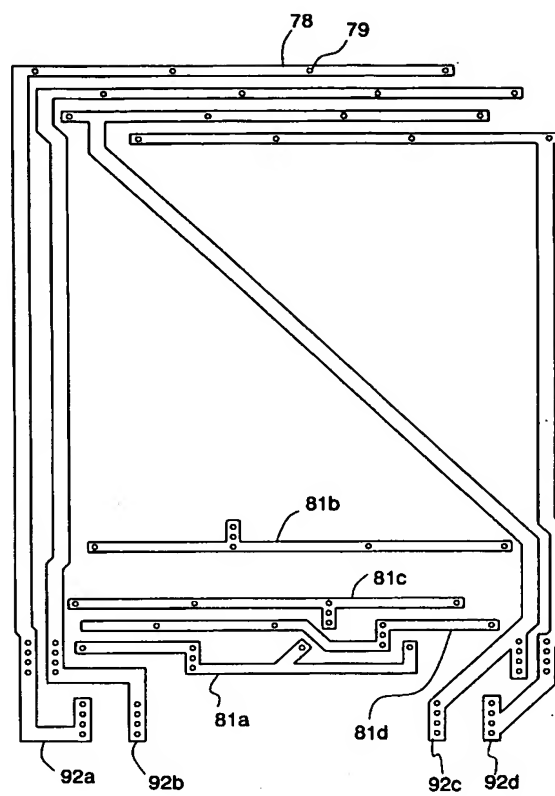




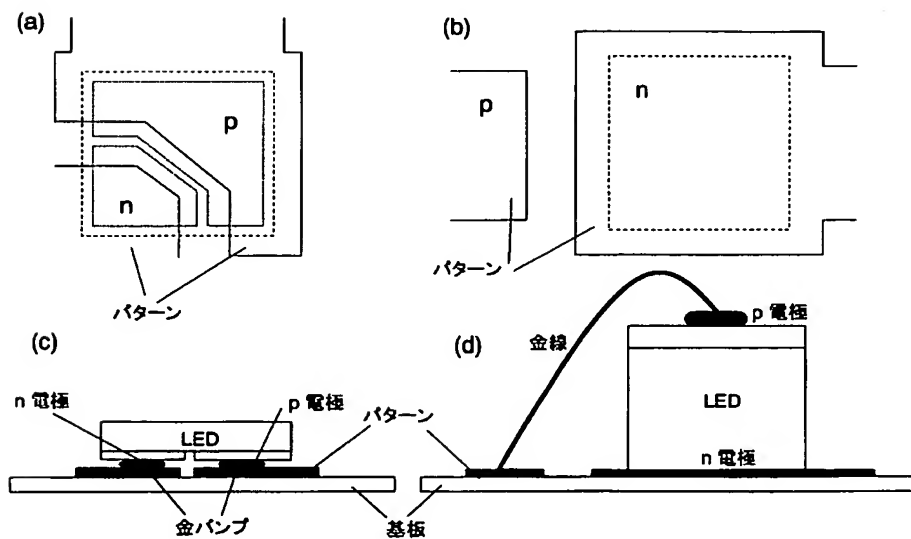
【図17】



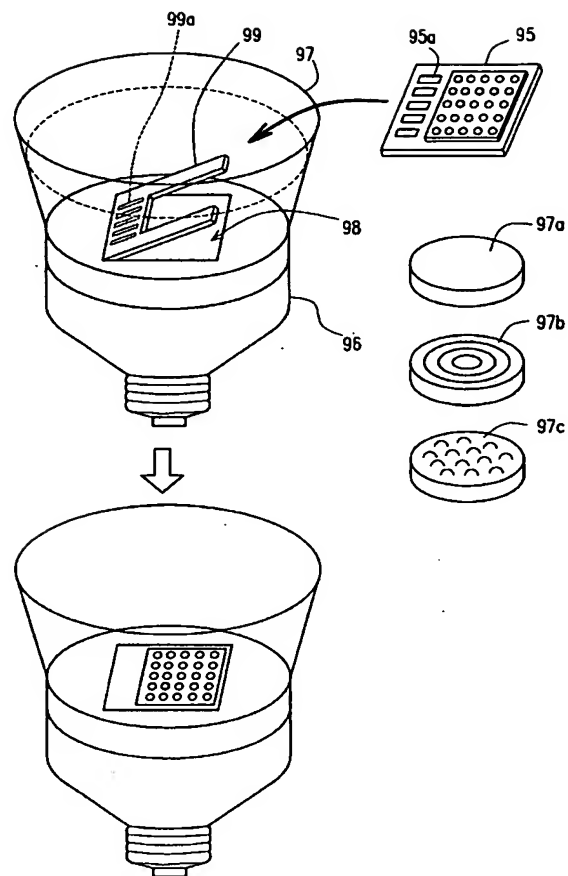
【図18】



【図19】



【図20】



フロントページの続き

(72)発明者 瀬戸本 龍海  
大阪府門真市大字門真1006番地 松下電器  
産業株式会社内

(72)発明者 松井 伸幸  
大阪府門真市大字門真1006番地 松下電器  
産業株式会社内

(72)発明者 田村 哲志  
大阪府門真市大字門真1006番地 松下電器  
産業株式会社内

F ターム(参考) 5F041 AA12 BB04 BB09 CA37 CA40  
DA09 DA39 DA43 DA58 DA72  
DA78 DA81 DB08 EE17 EE25  
FF11

【公報種別】特許法第17条の2の規定による補正の掲載  
 【部門区分】第7部門第2区分  
 【発行日】平成17年9月15日(2005.9.15)

【公開番号】特開2003-124528(P2003-124528A)  
 【公開日】平成15年4月25日(2003.4.25)  
 【出願番号】特願2002-231765(P2002-231765)  
 【国際特許分類第7版】

H O 1 L 33/00  
 F 2 1 S 2/00  
 F 2 1 S 8/04  
 // F 2 1 Y 101:02

【F I】

H O 1 L	33/00	N
F 2 1 S	1/02	G
F 2 1 S	5/00	A
F 2 1 Y	101:02	

【手続補正書】

【提出日】平成17年3月25日(2005.3.25)

【手続補正1】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】全文

【補正方法】変更

【補正の内容】

【書類名】明細書

【発明の名称】LED照明装置およびLED照明光源

【特許請求の範囲】

【請求項1】基板の片面にLEDが実装された着脱可能なLED照明光源に接続される少なくとも1つのコネクタと、

前記コネクタを介して前記LED照明光源と電気的に接続される点灯回路と、  
 を備えたLED照明装置。

【請求項2】前記基板のうち前記LEDが実装されている基板面の一端側に給電電極が形成されており、

前記基板において前記LEDが実装されている光出射領域の中心位置が前記基板の中心位置からずれている請求項1に記載のLED照明装置。

【請求項3】前記基板のうち前記LEDが実装されていない基板裏面と熱的に接触し、前記基板裏面から熱を受け取る熱伝導部材を備えている請求項2に記載のLED照明装置。

【請求項4】前記基板裏面と前記熱伝導部材との間の接触面積は、前記基板において前記LEDが実装されている光出射領域の面積に等しいか、それ以上である請求項3に記載のLED照明装置。

【請求項5】前記点灯回路に対して外部から電気エネルギーを供給するための給電ソケットを更に有している請求項1から4のいずれかに記載のLED照明装置。

【請求項6】前記給電ソケットは、電球用口金である請求項5に記載のLED照明装置。

【請求項7】前記コネクタに接続された状態の前記LED照明光源から出た光を透過するカバーを備えている請求項5または6に記載のLED照明装置。

【請求項8】前記LED照明光源の固定および取り外しが可能な受容部と、

前記LEDが前記受容部から外れることを防止する脱落防止手段とを備えており、

前記脱落防止手段は、人間の指で前記受容部から前記LED照明光源を取り外すことが可能のように動作する、請求項1から4のいずれかに記載のLED照明装置。

【請求項9】 前記基板のうち前記LEDが実装されている基板面の形状は略長方形であり、

前記受容部は、前記LED照明光源をスライドさせるように案内するガイドを有しており、

前記受容部に固定された前記LED照明光源は前記コネクタからの給電を受けるとともに、前記LED照明光源の前記基板裏面が前記受容部と熱的に接触する請求項8に記載のLED照明装置。

【請求項10】 前記LED照明光源を前記受容部に固定する固定部を有する稼動機構を備え、

前記受容部に固定された前記LED照明光源は前記コネクタからの給電を受けるとともに、前記LED照明光源の前記基板裏面が前記受容部と熱的に接触する請求項8に記載のLED照明装置。

【請求項11】 前記基板のうち前記LEDが実装されていない基板裏面からの熱を放熱させる手段を備えている請求項1から4のいずれかに記載されたLED照明装置。

【請求項12】 基板と、前記基板の片面に実装されたLEDベアチップとを備えたLED照明光源であって、

前記基板のうち前記LEDベアチップが実装されている前記基板片面の一端側に給電端子が設けられているLED照明光源。

【請求項13】 前記基板の中心位置は、前記基板において前記LEDベアチップが実装されている光出射領域の中心位置からずれている請求項12に記載のLED照明光源。

【請求項14】 前記基板が長方形形状であって、当該長方形形状の角が丸まっている、請求項12または13に記載のLED照明光源。

【請求項15】 前記基板の一部に、切り欠き、マーク、凹凸の中から選択される少なくとも1つが形成されている、請求項12または13に記載のLED照明光源。

【請求項16】 前記LEDベアチップは、前記基板にフリップチップボンディングで直接実装されている、請求項12または13に記載のLED照明光源。

【請求項17】 前記LEDベアチップは、面実装素子またはチップ型素子として組み込まれる、請求項12または13に記載のLED照明光源。

【請求項18】 請求項12から17のいずれかに記載のLED照明光源を給電するコネクタを備えた装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、LED照明装置およびカード型LED照明光源に関する。より詳細には、複数のLEDが実装されたカード型LED照明光源を用いるLED照明装置と、このLED照明装置に好適に用いられるカード型LED照明光源とに関する。

【0002】

【従来の技術】

照明器具や看板の光源として、従来から白熱電球、蛍光灯、高圧放電ランプなどが使用されている。これらの光源に変わる新しい照明光源として、LED照明光源の研究が進められている。このLED照明光源は、上記の光源と比べて寿命が長いという優れた利点があり、次世代の照明光源としての期待は大きい。しかし、1個のLED素子では、光束が小さいため、白熱電球、蛍光灯と同程度の光束を得るためには、複数のLED素子を配置してLED照明光源を構成する必要がある。

【0003】

以下、図面を参照しながら、従来のLED照明光源を説明する。

【0004】

図1(a)および(b)は、従来のLED照明光源の構成を示し、図2(a)および(c)

b) は、そのLED照明光源におけるLEDの断面構成を示している。

【0005】

このLED照明光源は、図1(a)および(b)に示すように、基板21を備えており、その基板21の上に複数のLEDベアチップ22が実装されている。本明細書において、「LEDベアチップ」とは、基板21に実装する前の段階において、LEDが樹脂などによってモールドされていないものを意味するものとする。また、実装前の段階でLEDがモールドされており、発光部などが露出していない状態にあるLEDを「LED素子」と呼んで区別することにする。図1(a)に示す基板21の上には、LEDベアチップ22から出た光を透過する孔23aが開けられ板23が設けられている。一方、図1(b)に示す基板21の上には、LEDベアチップ22から出た光を透過する層状の樹脂24が形成されており、LEDベアチップ22は樹脂24で覆われている。

【0006】

これらのLED照明光源では、図2(a)および(b)に示されるようにしてベアチップ状態のLEDベアチップ22が基板21の上に実装されている。LEDベアチップ22は、サファイアやSiC、GaAs、GaP等の素子基板31と、素子基板31上に形成された発光部とを有しており、発光部は、GaN系等のn型半導体層32、活性層33、およびp型半導体層34を積層することによって構成されている。n型半導体層32の電極32aおよびp型半導体層34の電極34aは、それぞれ、金製のワイヤ41および42によって基板21上の配線パターン21aと電気的に接続されている。なお、上記発光部の構成は一例に過ぎず、LEDは、量子井戸、ブラッグ反射層、共振器構造などを備えていてもよい。

【0007】

図1(a)および図2(a)に示される構成において、LEDベアチップ22で発生した光は、板23に設けられた孔(開口部)23bの内周面に相当する反射面23aで反射され、素子外へ出射する。板23の孔23bには、LEDベアチップ22とワイヤ41および42とをモールドするように樹脂24が充填されている。また、図1(b)および図2(b)に示される構成においては、LEDベアチップ22で発生した光はモールド樹脂24を介して素子外へ出射する。

【0008】

LEDベアチップ22におけるn型半導体層32の電極32aとp型半導体層34の電極34aとの間に順方向のバイアス電圧を印加すると、電子および正孔が半導体層内に注入され、再結合する。この再結合により、活性層33で光が発生し、活性層33から光が出射される。LED照明光源では、基板上に実装された複数のLEDベアチップ22から出射された光を照明光として利用する。

【0009】

【発明が解決しようとする課題】

しかしながら、上記構成のLED照明光源では、発光に伴ってLEDベアチップ22が多量の熱を発生する。発生した熱は、素子基板31を介して基板21から放散することが意図されている。しかし、このようなLED照明装置の実用化にあたっては、以下のような解決すべき課題が残っている。

【0010】

上述したように、各LEDベアチップ22からの光束は小さいため、所望の明るさを得るためには、相当な数のLEDベアチップ22を基板21上に配列する必要がある。このため、多数のLEDベアチップ22を設けても基板のサイズが大型化しないように、実装するLEDベアチップ22の高密度化を図らなければならない。

【0011】

また、各LEDベアチップ22の光束をできる限り増加させるために、照明以外の通常用途における電流(例えば20mA程度; 0.3mm角のLEDベアチップを想定すると単位面積当たりの電流密度は約222.2[mA/mm<sup>2</sup>])よりも大きな電流(過電流: 例えば40mA程度; 前記に同じく単位面積当たりの電流密度は約444.4[mA/mm<sup>2</sup>])

mm<sup>2</sup>])を各LEDペアチップ22に流す必要がある。各LEDペアチップ22に大きな電流を流した場合には、LEDペアチップ22からの発熱量が大きくなるため、LEDペアチップ22の温度(ペアチップ温度)が高温に上昇する。ペアチップ温度はLEDペアチップの寿命に大きな影響をもたらす。具体的には、ペアチップ温度が10℃上昇すると、LEDペアチップ22を組み込んだLED装置の寿命は半減するといわれている。

【0012】

このため、一般にLEDの寿命は長いと考えられているが、LEDを照明用途に用いる場合は、その常識は通用しなくなる。また、発熱量の増加に伴ってペアチップ温度が高くなると、LEDペアチップ22の発光効率も低下するという問題もある。

【0013】

以上の理由から、多数のLEDペアチップ22を高密度で実装したLED照明装置を実用化するには、従来以上に高い放熱性を実現し、ペアチップ温度を低く抑えなければならない。また、LEDペアチップ22から発する光をできる限り無駄なく照明光として使用できるように、光の利用効率を高くする必要もある。

【0014】

このような課題を解決するため、従来から種々のLEDペアチップを集積したLED照明光源の提案がなされてはいるが、それらのすべての課題に十分に対応できるLED照明光源の出現は見られていない。

【0015】

以下、図1(a)および(b)や図2(a)および(b)を参照しながら、従来のLED照明光源の問題を説明する。まず、LEDの連続した点灯により、集積された多数のLED基板の中央部が熱くなり、LED基板の周辺部との温度差が大きくなるという問題がある。例えば、図1(a)および図2(a)に示す構成は、LEDのドットマトリクスディスプレイに採用されている。LEDディスプレイでは、板23が各LEDの発光と非発光の部分のコントラストを上げるように機能する。ディスプレイの場合、全てのLEDが常に大出力で点灯状態になることはなく、発熱は大きな問題にならないが、照明装置として使用する場合には、全LEDが長時間点灯状態を維持するため、発熱の問題が顕在化する。

【0016】

上記従来の構成例では、基板21および板23の材料に樹脂が用いられ、一体化される。このため、基板21および板23の各熱膨張率は略等しいが、通常の樹脂材料の熱伝導率は低く、熱がこもりやすくなるので、大出力で常時点灯される照明装置には適していない。

【0017】

また、一体化される基板21と板23の基板中央部と周囲部には温度差があるため、材質の熱膨張率差により基板周囲部に大きな応力が発生する。照明装置にLEDを応用する場合、LEDの点灯・消灯を繰り返すたびに加熱による応力が発生するため、ついにはLEDの電極32aや電極34aの断線につながる。

【0018】

更に、板23を個別に構成せずに、熱伝導率の高い基板材料と同程度の熱伝導率を示す材料を用いて板23に相当する厚さの部分を基板自身に形成し、その基板にLEDペアチップを実装する凹部を設けた場合でも、基板材料の熱伝導率に放熱と均熱化の能力が律則される。

【0019】

また、上記の構成を採用した場合、基板自身を厚くする必要があることと、LEDペアチップ22が実装される基板を薄くすることができないことから、熱伝導率が高くと、基板に熱が蓄積される。このため、照明装置のように、大きな電流で通電点灯状態が長時間連続すると、基板中央に実装されたLEDペアチップの温度が特に上昇し、基板中央と周囲との間で大きな温度差が発生する。従って、高い熱伝導率を有する基板材料の特性が活かせず、放熱の問題を解決できない。更に、基板表面に形成する凹部を大きくしなけれ

ば、LEDベアチップ22を実装し、かつ、LEDベアチップ22をワイヤボンドにより配線するスペースを確保できず、光学系が大型化してしまうという問題もある。更には、凹部内にLEDベアチップ22を実装することは各種ボンダーのキャピラリーやコレットのサイズの観点から、困難である。キャピラリーやコレットを凹部内に挿入可能とするには、凹部と光学系（光出射領域）のサイズを大きくすることが必要となる。

【0020】

一方、図1（b）および図2（b）に示す構成によれば、モールド樹脂24が基板21の片面を覆うため、モールド樹脂24の硬化時に中央と周囲に硬化反応の時間差が生じ、樹脂内部に大きな残留応力が発生する。更に、LEDベアチップ22から発した光が、他のLEDベアチップ22によって吸収されるため（LEDによる自己吸収）、LED全体からの光取り出し効率が低下する。更に、モールド樹脂24は保熱材料として働くため、基板中央部と周囲部には温度差が発生し、材質の熱膨張率差に起因して基板周囲部にモールド樹脂24の応力が伝播する。

【0021】

本発明は斯かる事情に鑑みてなされたものであり、これらのすべての課題（高密度化、放熱性、光利用効率）を同時に解決できるLED照明光源およびLED照明装置を提供することを目的とする。

【0022】

【課題を解決するための手段】

本発明によるLED照明装置は、基板の片面にLEDが実装された着脱可能なLED照明光源に接続される少なくとも1つのコネクタと、前記コネクタを介して前記LED照明光源と電気的に接続される点灯回路とを備えている。

【0023】

好ましい実施形態において、前記基板は、前記LEDが実装されている面に絶縁層および導電性配線パターンが設けられた金属ベース基板である。

【0024】

好ましい実施形態において、前記LEDは、ベアチップ状態で前記基板に実装されている。

【0025】

好ましい実施形態では、前記基板のうち前記LEDが実装されている基板面の一端側に給電電極が形成されており、前記基板において前記LEDが実装されている光出射領域の中心位置が前記基板の中心位置からずれている。

【0026】

好ましい実施形態では、前記基板のうち前記LEDが実装されていない基板裏面と熱的に接触し、前記基板裏面から熱を受け取る熱伝導部材を備えている。

【0027】

好ましい実施形態において、前記基板裏面と前記熱伝導部材との間の接触面積は、前記基板において前記LEDが実装されている光出射領域の面積に等しいか、それ以上である。

【0028】

好ましい実施形態では、前記点灯回路に対して外部から電気エネルギーを供給するための給電ソケットを更に有している。

【0029】

好ましい実施形態において、前記給電ソケットは、電球用口金である。

【0030】

好ましい実施形態では、前記コネクタに接続された状態の前記LED照明光源から出た光を透過するカバーを備えている。このカバーは、光の反射、屈折、拡散を行うように種々の光学的特性を備えていてもよい。

【0031】

好ましい実施形態では、前記LED照明光源の固定および取り外しが可能な受容部と、

前記LEDが前記受容部から外れることを防止する脱落防止手段とを備えており、前記脱落防止手段は、人間の指によって前記受容部から前記LED照明光源を取り外すことが可能なように動作する。

【0032】

好ましい実施形態において、前記基板のうち前記LEDが実装されている基板面の形状は略長方形であり、前記受容部は、前記LED照明光源をスライドさせるように案内するガイドを有しており、前記受容部に固定された前記LED照明光源は前記コネクタからの給電を受けるとともに、前記LED照明光源の前記基板裏面が前記受容部と熱的に接触する。

【0033】

好ましい実施形態では、前記LED照明光源を前記受容部に固定する固定部を有する可動機構を備え、前記受容部に固定された前記LED照明光源は前記コネクタからの給電を受けるとともに、前記LED照明光源の前記基板裏面が前記受容部と熱的に接触する。

【0034】

好ましい実施形態では、前記LED照明光源のLEDが実装されていない基板裏面と前記LEDとの間の熱抵抗が $10^{\circ}\text{C}/\text{W}$ 以下である。

【0035】

好ましい実施形態では、前記基板のうち前記LEDが実装されていない基板裏面からの熱を放熱させる手段を備えている。

【0036】

本発明のLED照明光源は、金属ベース基板と、前記金属ベース基板の片面に実装された複数のLEDベアチップとを備えたLED照明光源であって、コネクタおよび点灯回路を備えた照明装置に着脱可能に支持され、かつ、前記金属ベース基板のうち前記LEDベアチップが実装されていない基板裏面が前記照明装置の一部に熱的に接触し、前記金属ベース基板のうち前記LEDベアチップが実装されている前記基板片面に給電端子が設けられている。

【0037】

好ましい実施形態では、前記金属ベース基板のうち前記LEDベアチップが実装されている基板面に、各LEDベアチップを取り囲む孔の開いた光学反射板が設けられ、かつ、各LEDベアチップが封止されている。

【0038】

好ましい実施形態では、前記光学反射板の前記孔に光学レンズが配置されている。

【0039】

好ましい実施形態では、前記金属ベース基板と前記光学反射板との間に応力緩和手段が配置されている。

【0040】

好ましい実施形態において、前記金属ベース基板の中心位置は、前記金属ベース基板において前記LEDベアチップが実装されている光出射領域の中心位置からずれている。

【0041】

好ましい実施形態では、前記金属ベース基板のうち前記LEDベアチップが実装されていない基板裏面と前記LEDベアチップとの間の熱抵抗が $10^{\circ}\text{C}/\text{W}$ 以下である。

【0042】

好ましい実施形態において、前記金属ベース基板のうち前記LEDベアチップが実装されている基板面には絶縁層および導電性配線パターンが形成されており、前記絶縁層は、少なくとも無機フィラーおよび樹脂組成物を含むコンポジット材料から形成されている。

【0043】

好ましい実施形態において、前記絶縁層は白色である。

【0044】

好ましい実施形態では、絶縁層を介して積層された2層以上の配線層を備えており、前記絶縁層の所定位置において前記2層以上の配線層を相互接続する構造を有している。



## 【0045】

好ましい実施形態において、前記複数のLEDペアチップの少なくとも一部は、フリップチップボンディングにより、前記金属ベース基板の配線パターンに接続されている。

## 【0046】

好ましい実施形態では、前記LEDペアチップから出た光の少なくとも一部を受け、可視光を発する蛍光体が前記金属ベース基板上に設けられている。

## 【0047】

本発明の装置は、上記いずれかのLED照明光源を給電するコネクタを備えている。

## 【0048】

本発明による他のLED照明光源は、各々が素子基板上に発光部を有する複数のLEDペアチップが放熱基板上に設けられているLED照明光源であって、前記LEDペアチップは、前記発光部と前記放熱基板との距離が前記素子基板と前記放熱基板との距離よりも小さくなるようにして前記放熱基板上に設けられ、前記LEDペアチップの前記素子基板の光出射表面は、辺縁部が中央部に比べて低背になるような傾斜面状を形成している。

## 【0049】

好ましい実施形態において、前記LEDペアチップは、前記放熱基板に直接フリップチップボンディングされている。

## 【0050】

好ましい実施形態において、前記放熱基板は、コンポジット基板である。

## 【0051】

好ましい実施形態では、前記LEDペアチップの各々を囲むように配置され、前記LEDペアチップからの光の方向を制御する光学反射板が前記放熱基板上に設けられている。

## 【0052】

## 【発明の実施の形態】

本発明のLED照明装置は、着脱可能なカード型LED照明光源に電氣的に接続されるコネクタと、このコネクタを介してカード型LED照明光源と電氣的に接続される点灯回路とを備えており、カード型LED照明光源を装着することにより、照明光を放射することができる。カード型LED照明光源は、後に詳しく説明するように、複数のLEDが放熱性に優れた基板の片面に実装された構成を有している。

## 【0053】

従来のLED照明光源について説明したように、多数のLED素子を基板上に高密度で実装し、かつ、各LED素子に大きな電流を流した場合、LEDの発熱量が過大なレベルに達し、LEDの寿命が短縮されるという問題があり、このことがLED照明装置の実用化を阻んでいた。

## 【0054】

本発明では、照明装置の光源部分を着脱可能なカード状構造物によって構成し、各LEDで発生した熱をスムーズに放熱させる効果を高めるとともに、寿命の尽きた光源だけを新しい光源と取替え可能とすることにより、LED照明装置の光源以外の構造物を長期間使用できるようにしている。

## 【0055】

放熱性向上の観点からは、LEDはペアチップとして基板の片面に実装されている方が好ましい。これは、LEDで発生した熱が基板に直接的に伝達され、より高い放熱性が発揮されるからである。

## 【0056】

LEDおよび給電電極を基板の一主要面である片面に集中させることにより、その主要面と対をなす他面（裏面）を、広く放熱用の熱伝導面として機能させることが可能となる。このため、LED照明装置における熱伝導部材と接触する面積をLEDが実装されている光出射領域の面積に等しいか、それ以上とすることが可能となる。熱伝導を促進するには、LEDが実装されていない基板裏面を金属から形成することが好ましい。

## 【0057】

カード型LED照明光源のサイズや給電電極の位置を規格化することにより、多様な照明装置におけるカード型LED照明光源の利用を可能とし、カード型LED照明光源の量産化によるコストダウンが可能となる。

【0058】

給電電極のピッチは、電極間の絶縁性と他の機器の電極との整合の観点から、例えば、0.3、0.5、0.8、1.25、1.27、1.5、2.54mmに設定される。カード型LED照明光源の基板を大量生産する際には、大きな基板の原板を分割して多数のカード型LED照明光源の基板を作製することが好ましいが、切断には加工誤差が存在する。カード型LED照明光源が着脱されるLED照明装置のコネクタの寸法についても、機械的製造誤差が発生する。このため、電極間ピッチを小さくしすぎると、LED照明装置のコネクタ部で、給電電極どうしがショートする可能性がある。以上のことから、電極間ピッチは0.8mm以上の大きさに設定されることが好ましい。

【0059】

また、LEDは高温において順方向電圧が低下するため、動作安定性の観点からは、定電圧駆動よりも定電流駆動を採用することが好ましい。定電流駆動を行う場合、カード型LED光源には定電流駆動のための駆動経路の数だけのグラウンドラインが必要となる。好ましくは、電氣的に独立した複数のグラウンド給電電極が基板上に形成される。従って、このようなカード型LED照明光源に対応するLED照明装置においても、複数のグラウンド電極コネクタを設けることが好ましい。前記カード型LED光源に多数の給電電極を配置する場合、電極間ピッチは2mm以下に設定することが好ましく、1.25mm以下に設定することが更に好ましい。

【0060】

後述するように、本発明のカード型LED光源およびLED照明装置を用い、青、緑（青緑）、黄（橙）、赤、白のLEDを個別に駆動することによって照明を行う場合は、各色のLEDについて2つの電極（計10個の電極）を設けることが好ましい。

【0061】

本発明のカード型LED光源は、定電圧駆動のみならず定電流駆動に対応するように設計されても良いし、電氣的に独立した多経路の駆動を行うようにしてもよい。これらの場合、カード型LED光源は、絶縁層を介して積層された2層以上の配線層を備え、前記2層以上の配線層を相互接続する構造を有することが望ましい。

【0062】

2層以上の配線層を相互接続する構造としてビア構造を採用する場合、ビアの直径は、例えば100 $\mu$ mから350 $\mu$ mの間で任意に設定可能である。ビアの穴あけ誤差を考えると、カード型LED光源の給電電極の幅は、ビアの直径の2倍から3倍の大きさを有することが好ましく、例えば、200 $\mu$ m～1050 $\mu$ mの大きさを有する。

【0063】

給電電極の長さは、LED照明装置のコネクタがビアと直接接触することがないように設定されることが好ましい。故に、給電電極の長さは、例えば1mm以上に設定されることが好ましい。ただし、カード型LED光源を小型化するためには、給電電極の長さを5mm以下に抑えることが好ましい。

【0064】

以下、図面を参照しながら、本発明によるLED照明装置の実施形態を最初に説明する。

【0065】

（実施形態1）

図3（a）は、本発明によるLED照明装置の一部を示す斜視図であり、着脱可能な複数のカード型LED照明光源10が嵌め込まれるヒートシンク19を示している。

【0066】

カード型LED照明光源10は、ヒートシンク19の側面に設けられたスロットを通じて所定位置まで挿入される。ヒートシンク19は、装着されたカード型LED照明光源1

0の裏面と熱的に接触し、カード型LED照明光源10の基板裏面から熱を外部に放散する。

【0067】

ヒートシンク19の中に挿入されたカード型LED照明光源10は、ヒートシンク19内に設けられているコネクタ（不図示）と電氣的に接続される。カード型LED照明光源10は、このコネクタを介して不図示の点灯回路と電氣的に接続される。なお、本明細書において、「コネクタ」の文言は、着脱可能な機構により、カード型LED照明光源との電氣的接続を行う部材・部品を広くカバーするものとする。コネクタとしては、各種メモリカードなどが着脱される多様な構成を有するものが存在しているが、本発明では、それら既存のコネクタと略同様の構成を有するコネクタを採用することができる。

【0068】

このようなヒートシンク19と点灯回路とを備えたLED照明装置は、薄型化が容易であるため、面光源として好適に利用される。また、複数のカード型LED照明光源10のいずれかが故障した場合、故障したカード型LED照明光源10をヒートシンク19から取り外し、新しい（故障または劣化していない）カード型LED照明光源10を装着すれば、照明装置としての使用を継続することができる。

【0069】

本発明の好ましい実施形態では、特別の道具・器具を用いずにカード型LED照明光源10の着脱が簡単に行えるように、カード型LED照明光源10の表面に給電電極を設けており、カード型LED照明光源10をコネクタに接続するだけで給電電極とコネクタとの電氣的接触および接続を実現できる。このようなカード型LED照明光源10の構造として好ましい具体例は、後に詳しく説明する。

【0070】

上述したように、図3（a）の例では、ヒートシンク19がカード型LED照明光源10の基板裏面（LEDが実装されていない側）に熱的に接触する。従って、このヒートシンク19が、カード型LED照明光源の基板裏面から熱を受け取る熱伝導部材として機能するが、熱伝導部材としては、シリコングリースやゲルなどから形成した放熱シートを用いても良いし、これらの放熱シートとヒートシンクの組み合わせや、ヒートパイプやファンなどとの組み合わせを用いても良い。また、LED照明装置の筐体それ自体を熱伝導部材として用いても良い。

【0071】

次に、図3（b）を参照する。

【0072】

図3（b）に示すLED照明装置は、公知の白熱電球と置き換え可能な照明装置であり、カード型LED照明光源を着脱可能に支持するアダプタ20と、装着された状態のカード型LED照明光源を覆う光透過カバー20aとを備えている。アダプタ20の内部には不図示の点灯回路が設けられている。アダプタ20の下部には、外部から内部の点灯回路に電気エネルギーを供給するための給電ソケット（スクリューソケット）が設けられている。この給電ソケットの形状およびサイズは、通常の白熱電球に設けられた給電ソケットの形状およびサイズと等しい。このため、図3（b）のLED照明装置は、白熱電球がはめ込まれる既存の電気器具にそのまま装着されて使用され得る。なお、スクリュー型ソケットに代えて、ピン型ソケットを採用してもよい。

【0073】

図3（b）に示されているLED照明装置のアダプタ20には、カード型LED照明光源10を挿入するためのスロットが設けられている。スロットの奥には、不図示のコネクタが配置されており、このコネクタを介してカード型LED照明光源10と点灯回路との電氣的接続が行われる。なお、図示されている例では、アダプタ20にスロットが設けられ、このスロットを介してカード型LED照明光源10の着脱が行われるが、着脱の形式はこれに限定されない。スロットを設けないタイプの実施形態については、後に説明する。上述のように、図3（b）のカード型LED照明光源10は、コネクタに対して簡単

に抜き差しが行える機構を有しているため、照明器具との間で容易に取り外し交換が可能となる。このようにカード型LED照明光源10の取り外しが容易なため、以下に述べる利点がある。

【0074】

まず、第1に、LEDの実装密度が異なるカード型LED照明光源10を差し替えることにより、発光光量が異なる照明器具を容易に提供できる。第2に、カード型LED照明光源10が短期間で劣化して光源としての寿命は短くなっても、通常の電球、蛍光灯の交換と同様に、カード型LED照明光源10のみを差し替えるだけで光源部のみの交換を行うことができる。

【0075】

第3に、カード型LED照明光源10に実装されるLEDを、相関色温度が低い光色用または相関色温度が高い光色用や青、赤、緑、黄など個別の光色を有するものとしてすることができる。このようなカード型LED照明光源10から適切なものを選択すれば、対応するLED照明装置に装着すれば、LED照明装置の発光光色を切り替えや制御することができる。

【0076】

更に、多発光色（2種以上の光色）のLEDをカード型LED照明光源10に実装することにより、相関色温度が低い光色から相関色温度が高い光色まで、1枚のカード型のカード型LED照明光源10によって発光光色を制御できる。この場合、2種の光色を用いた2波長タイプ的时候には演色性は低いが高効率な光源が実現可能であり、相関色温度が低いときには赤と青緑（緑）発光の組合せ、相関色温度が高いときには青と黄（橙）発光の組合せを採用することが望ましい。なお、青と赤との発光のLEDの組合せに青で励起されこの中間の波長に発光ピークのある蛍光体（例えば、YAG蛍光体など）を加えた場合は、高効率かつ平均演色評価数が80以上の光源を実現できる。更に、3種の光色を用いた3波長タイプの場合は青と青緑（緑）と赤発光の組合せ、4種の光色を用いた4波長タイプの場合は青と青緑（緑）と黄（橙）と赤発光の組合せが望ましく、特に4波長タイプ的时候には平均演色評価数が90を超える高演色な光源を実現できる。なお、実装されるLEDベアチップが単色または紫外線を放射する場合や、LEDベアチップで蛍光体や燐光材を励起することによって白色発光する場合にも本発明を適用できる。また、蛍光体や燐光材を基板に含有させてもよい。更に、青発光のLEDと青色光で励起される蛍光体や燐光材と赤発光LEDを組み合わせ、高効率・高演色を同時に満足させることもできる。

【0077】

上述のカード型LED照明光源10は、正方形のカード型形状を有しているが、本発明は、これに限定されない。給電用の電極（給電電極）は、カード型LED照明光源10の基板上において、LEDが配列されている領域の周辺部に形成されることが好ましい。より望ましい態様では、基板周辺の一部（一端）の近傍に複数の給電電極が配列される。給電電極の数が多の場合、基板の一部を長くした長方形形状を採用してもよい。この場合、LEDのクラスター中心（LEDが配列された光出射領域の中心）と基板の中心とがずれるため、曲げストレスが光学系を有する光出射領域の中心に加わらないため、曲げストレスに強くなる。また、長方形形状の角を丸めることで人間の指でカード型LEDを取り出す際に基板角部でLED照明器具をスクラッチしてしまう可能性を減らすことができる。

【0078】

なお、基板の一部に切り欠き、マーク、または凹凸を設けることによってカード型LED照明光源10の方向を明確にしてもよい。こうすれば、カード型LED照明光源10を照明装置に装着するとき、照明装置に対するカード型LED照明光源10の位置決めを正確かつ容易に行うことができる。

【0079】

上記の例では、カード型LED照明光源上に給電電極を設け、コネクタ電極と接続する構成を採用しているが、以下のような構成を採用することも可能である。

## 【0080】

構成例1. 面実装型のケーブルコネクタ部品をカード型LED照明光源の電極上に実装し、カード形LED照明光源自体に給電ケーブルをぬきさしできるようにする。

## 【0081】

構成例2. カード型LED光源に直接給電ケーブルを接合し、カード形LED光源に接合されていない一端でケーブルを抜き挿しできるようにする。

## 【0082】

以上の構成を採用する場合、給電ケーブルはフレキシビリティを有するフラットケーブルであることが好ましい。

## 【0083】

(実施形態2)

次に、本発明によるカード型LED照明光源の実施形態を説明する。

## 【0084】

図4(a)および(b)は、本実施形態におけるカード型LED照明光源の構成を示している。本実施形態のカード型LED照明光源は、図3の照明装置に対して好適に用いられる。

## 【0085】

本実施形態のカード型LED照明光源では、図4(a)に示すように、放熱基板1の片面に複数のLEDベアチップ2が実装されている。図の例では、LEDベアチップ2が行および列からなるマトリクス状に配列されているが、本発明はこれに限定されず、LEDベアチップ2の配列パターンは任意である。

## 【0086】

LEDベアチップ2が実装された放熱基板1に対して、更に、図4(a)の光学反射板3が組み合わせられ、図4(b)に示すカード型LED照明光源が構成されている。光学反射板3には、放熱基板1上に配列されたLEDベアチップ2に対応する開口部(孔)3bが形成されている。このため、光学反射板3の開口部3bを介してLEDベアチップ2からの光が外部に取り出される。なお、光学反射板の開口部(孔)は、光取り出し効率を高めるため、放熱基板側よりも放熱基板と反対側の光出射部で径が大きくなるようにすることが好ましい。

## 【0087】

本実施形態では、カード型LED照明光源の放熱基板1として、高い熱伝導率(3.2 W/(m・K)程度)を有するアルミナコンポジット基板を用いている。アルミナコンポジット製の放熱基板1は、ベースとなる金属板(厚さ:例えば0.5~3.0 μm)と、金属板上に設けられた絶縁層とを備えた金属ベース基板である。基板厚さは、熱によるそりや曲げ強度の観点からは0.7 mm以上であることが好ましく、基板の切り出しの観点からは2.0 mm以下であることが好ましい。放熱性を高めるという観点から、カード型LED照明光源のLEDベアチップが実装されていない基板裏面と、LEDベアチップとの間の熱抵抗が10℃/W以下に設定されることが好ましい。

## 【0088】

次に、図5(a)および(b)参照しながら、カード型LED照明光源の断面構成を詳細に説明する。図5(a)は、絶縁層を単層構成(絶縁層1c)とした例の一部断面を示し、図5(b)は絶縁層1cを複層(絶縁層1cおよび1eの2層)構成とした他の例の一部断面を示している。

## 【0089】

図5(a)および(b)からわかるように、本実施形態の放熱基板1は、金属板1bと、金属板1b上に貼り付けられた絶縁層1c(および絶縁層1e)とを備えている。絶縁層1c、1eは、無機フィラーおよび樹脂組成物を含むコンポジット材料から形成されていることが好ましく、絶縁層1c、1eの厚さは、合計で、例えば100~400 μmに設定される。図5(b)は、絶縁層の2層化の一例を示しているが、更なる多層化も可能である。

## 【0090】

無機フィラーとしては、 $Al_2O_3$ 、 $MgO$ 、 $BN$ 、 $SiO_2$ 、 $SiC$ 、 $Si_3N_4$ および $AlN$ から選ばれた少なくとも一種のフィラーを用いることが好ましい。充填率および熱伝導性を高めるという観点から、無機フィラーの粒形は球状であることが好ましい。無機フィラーが分散される樹脂組成物は、エポキシ樹脂、フェノール樹脂、シアネート樹脂から選ばれた少なくとも一種を含み、更には、前記無機フィラー70～95重量%と前記樹脂組成物5～30重量%の混合から形成されることが好ましい。

## 【0091】

金属板1bは、放熱基板1の機械的強度を保つとともに、放熱基板1の均熱化に寄与する。また、金属板1bは、裏面が平坦であるため、図示されていないヒートシンク部材などの熱伝導性に優れた部材と熱的に接触することにより、高い放熱効果を実現することができる。

## 【0092】

他の実施例としては放熱基板1のベースメタルである金属板1bの真上の絶縁層1eについて上記の構成を持つものの代わりに、コンポジット材料よりも熱伝導率が低い低温焼成ガラス・セラミック基板を用いても良い。また、より高価であるが、熱伝導率が高いセラミック基板、ホーロー基板、窒化アルミニウム基板、酸化ベリリウム基板などを機材として用いてもよい。ただ、放熱性と機械強度を考えると、金属板を放熱基板1のベースメタルとして用いることが最も好ましい。この絶縁層として上記のセラミックス基板などの基板を選択し、金属板に貼り付けても良い。この場合、金属板に貼り付ける絶縁性基板の厚さは薄く、かつ、貼り付け可能なだけの強度を有することが好ましく、例えば $80\mu m$ ～ $1000\mu m$ の範囲に設定される。こうして、材質や組成の異なる絶縁層をベースメタル上に積層することも可能になる。

## 【0093】

放熱基板1上には、配線パターン1a（および1d）が形成されており、この配線パターン1a（および1d）は、コンポジット材料から形成された絶縁層1c（および1e）により、金属板1bから電氣的に絶縁されている。

## 【0094】

図5（b）の例では、1層目の絶縁層1cに形成したビア1fを介して、2層目の絶縁層1e上に形成された配線パターン1aと2層目の絶縁層1e上に形成された配線パターン1dとが電氣的に接続されている。

## 【0095】

図5（a）に示す放熱基板1では、多色（例えば2～4色）発光のために複数のLEDを同一基板上に並べた場合、発光色毎に、図6（a）および（b）に示すような単純な直並列接続かラダー接続を採用することになる。このようなラダー形の接続を採用することにより、LEDの電流電圧特性のバラツキを抑えながら点灯させることができる。また、1つのLEDが断線した場合、図6（a）の回路では、その断線したLEDと直列に接続する全てのLEDが不点灯になるが、図6（b）の回路ではその断線したLEDのみが不点灯になるだけである。これに対して、図5（b）のような多層構成の放熱基板1によれば、図15に示すような電氣的に異なる系のLEDを隣接させる配置が可能となり、回路系事に不点や輝度ばらつきを更に感じにくくすることができる。また、多色のLEDの混光にも有利となる。ラダー形の接続が可能となる。

## 【0096】

本実施形態では、ベアチップ状態のLED（「LEDベアチップ」）2を放熱基板1の上に直接搭載している。このLEDベアチップ2は、図5（a）、（b）に示すように、サファイアからなる素子基板11上に発光部15を備えており、発光部15は、GaN系のn型半導体層12、活性層13、およびp型半導体層14が積層された構造を有している。

## 【0097】

本実施形態では、図1に示す従来例とは異なり、素子基板11よりも発光部15を放熱

基板 1 に近い側に向けて L E D ベアチップ 2 を実装している。つまり、フリップチップボンディングにより、p 型半導体層 1 4 の電極 1 4 a が放熱基板 1 の配線パターン 1 a 上に直接接続されている。n 型半導体層 1 2 の電極 1 2 a もワイヤを介さずに放熱基板 1 の配線パターン 1 a に bumps 1 6 により接続されている。なお、電極 1 2 a および電極 1 4 a がいずれも各種の bumps 接合されることも可能であり、配線パターン 1 a に金属接合される L E D ベアチップ 2 のこれらの電極 1 2 a 、1 4 a の面積が大きくなればなるほど、放熱には有利となる。この点からも、素子基板 1 1 側から光を取り出し、発光部 1 5 側に大きな金属コンタクト面積を取れる本実施形態の構成が有利である。

【0098】

各 L E D ベアチップ 2 のサイズは、L E D ベアチップの現状を考えた場合、縦および横が 250～350  $\mu\text{m}$  程度、厚さが 90～350  $\mu\text{m}$  程度とすることが現実的であるが、本発明はこれに限定されるものではない。

【0099】

本実施形態のように、フリップチップ接続によって L E D ベアチップ 2 を配線パターンと接続し、L E D ベアチップ 2 を縦および横 1 mm 程度またはそれ以上に大きくし、1 個の L E D ベアチップ 2 から取り出す光量を増加させる際にいくつかの利点が生じる。

【0100】

L E D ベアチップが 500  $\mu\text{m}$  以上に大型化した場合、電極と接合されて給電される p 型半導体、n 型半導体の抵抗およびその電流密度分布が原因となって、電極近傍では強く発光するが電極から遠いところでは発光が弱くなるという問題がある。本発明のように大型の L E D ベアチップをフリップチップ構成として、その L E D ベアチップの電極を素子面積の 50% 以上に大型化することにより、この問題は解決できる。この解決は、L E D ベアチップの光とり出し面と給電面とが反対側になっている本発明の特有の構成から生じるものである。なお、L E D ベアチップの電極を p 型、n 型の一対にするのではなくて多数にすることにより、L E D ベアチップ内の電流密度ムラを抑えることも可能である。この多数対の構成を従来のワイヤボンディングにて行う場合には、ワイヤの取り回しが長くなる、ワイヤボンディングの回数が増加する等の問題がある。

【0101】

なお、本実施形態では、素子基板 1 1 つまり L E D ベアチップの基板の表面（光出射側表面）が完全な平面ではなく、中央部が高く周縁部に向かって低くなる形状（一例としてドーム状）をなしている。

【0102】

L E D ベアチップ 2 で発生した光の進行方向を制御する反射面 3 a を各 L E D ベアチップ 2 を取り囲む位置に有し、各 L E D ベアチップ 2 の設置位置には孔 3 b が開いている金属（アルミニウム）製の光学反射板 3 が、放熱基板 1 に設けられている。そして、この孔 3 b には、L E D ベアチップ 2 をモールドするように樹脂 4（エポキシ、レジン、シリコン、またはこれらの組み合わせ）が充填されている。この充填された樹脂 4 は、レンズとして機能する。

【0103】

このような構成により、電極 1 2 a、電極 1 4 a 間に順方向のバイアス電圧を印加させた場合、n 型半導体層 1 2 に注入された電子と p 型半導体層 1 4 に注入された正孔との再結合によって、活性層 1 3 から光が出射され、この出射光を照明として利用する。また、図 5（a）、（b）の横方向に出射された光を光学反射板 3 の反射面 3 a にて上方に反射させて光利用効率の向上を図っている。

【0104】

本実施形態の場合でも、L E D ベアチップ 2 の発光動作に伴って多量の熱が発生するが、この発生した熱は、発光部 1 5 から直に放熱基板 1 へ放散される。また同時に、金属製の光学反射板 3 は、放熱基板 1 の均熱化にも寄与し、放熱基板 1 中央部への熱集中を抑制する効果も果たす。

【0105】

本実施形態のLEDベアチップ2は、例えば、次のような工程により作製される。

【0106】

まず、直径2インチ程度のサファイア基板上に、GaN系のn型半導体層、活性層およびp型半導体層を例えばCVD法により順次積層形成し、更に電極12a、14aを形成して半導体ウェハを製造する。そして、製造した半導体ウェハにサンドブラスト処理とダイシング処理とを組み合わせることで各LEDベアチップ2を作製する。

【0107】

サファイア基板側を上にした半導体ウェハに細かいセラミック粒または金属粒を吹き付けて、素子毎の分離溝をサファイア基板側から形成した後、その分離溝を更にダイシングして複数のLEDベアチップ2に切り分ける。このようにすることにより、素子基板11の光出射側表面がドーム状をなした複数のLEDベアチップ2を作製する。ここで、吹き付けるセラミック粒または金属粒の流量、流速を制御することにより、素子基板11の表面形状を制御できる。この他、ダイシング用ブレードの刃の形の異なるものを組み合わせ、まず傾斜部を切削形成してから、別の刃型を有するダイシング用ブレードで完全に個別に切り分けることでも実現可能である。

【0108】

本実施形態では、従来のLEDベアチップの上下に電極を構成した場合と異なり、フリップチップ構成を採用するとともに、LEDベアチップの上面が下面より小さくなっている。このため、上述した加工を行う際に、上面電極の大きさや損傷を気にする必要がなくなる。また、LEDベアチップの上面にワイヤがないため、ワイヤによる放射のけられ（妨害）をなくすることができ、ワイヤによる配光の乱れや光出力の低下を避けることができる。

【0109】

本実施例ではサファイア基板を例にとったが、SiC基板やGaN基板などを用いても良い。重要な点は、可視光に限らず、LEDが輻射する光を透過する基板を用いれば良い。また、LEDベアチップを従来のスルーホール素子（砲弾形素子など）や面実装素子（SMD（サーフェス・マウント・デバイス）やチップ型素子など）などの素子に組み込んで用いてもよい。

【0110】

このようにして作製した複数のLEDベアチップ2を、放熱基板1の配線パターン1a、1aに電極12a、14aを接続させて、マトリクス状に放熱基板1上に配設する。そして、光学反射板3を被せた後に、樹脂4にて各LEDベアチップ2をモールドする。なお、この光学反射板3の孔3bに樹脂4を封入する際に、印刷手法での樹脂封止を行うようにする場合には、一度に大量の樹脂レンズの形成が可能であって、量産効果を高くできる。

【0111】

本発明のカード型LED照明光源では、発光部15を放熱基板1側にして各LEDベアチップ2を設けているので、図1に示す従来例に見られるような給電用のワイヤを設ける必要がなく、ワイヤボンディングに要する領域も不要となるので、隣り合って設置されるLEDベアチップ2、2の間隔を狭くでき、LEDベアチップ2の高集積化を図ることができる。なお、この点は発光色の異なる多数のLEDベアチップ2（またはベアチップ）を使用しても混光にも有利である。

【0112】

また、発光部15にて発生した熱は、熱伝導率が高い放熱基板1を介して外部に効率良く放散される。この際、各LEDベアチップ2では熱を発生する発光部15が放熱基板1に直接接続されているので、図1に示した従来例のように素子基板を介して熱が放散されるのではなく、発光部15にて発生した熱が直接放熱基板1を介して外部に放散されることになり、その放熱性は優れている。よって、放熱性に優れていて、多量の熱が発生してもその発生した熱を容易に放散させてLEDベアチップ2の温度上昇を抑制することができるため、各LEDベアチップ2に強い電流を流すことができ、大きい光束を得ることが



可能となる。

【0113】

なお、LEDペアチップ2の素子基板11（サファイア）の屈折率と、樹脂4（エポキシ樹脂またはシリコン樹脂）の屈折率とは異なるので、素子基板11の光出射側表面において、発光部15から発せられた光の一部は各々の屈折率の差によって全反射する。この全反射された光はLEDペアチップ2側に進むので、照明用としては寄与しない。従って、生じた光を有効に利用するためには、この全反射をできる限り抑制することが必要である。

【0114】

本実施形態では、各LEDペアチップ2の素子基板11の光出射側表面の形状を、発光面に対して水平ではなくドーム状に加工成形している。こうすることにより、発光部15から発せられた光の全反射の割合を低くするようにしている。図7（a）は、光出射側表面がドーム状をなす本発明における光の進路を示す図であり、図7（b）は光出射側表面が水平面をなす比較例における光の進路を示す図である。

【0115】

光出射側表面が水平面をなす場合に、その周縁部にあっては入射角が大きくなって臨界角に達する光（図7（b）のB）の割合も多くなり、全反射が起こり易くなる。これに対して、光出射側表面がドーム状をなす場合では、その周縁部にあっても光の入射角が臨界角に達する割合は少なくなり、発光部15から発せられた大部分の光（図7（a）のA）は全反射されることなく外部に出射される。

【0116】

素子基板11の光出射側表面の形状をドーム状に加工成形したLEDペアチップ2（本発明例）と、素子基板11の光出射側表面が水平形状であるLEDペアチップ2（比較例）とにおける光の出射光束のシミュレーション結果を図8（a）、（b）に示す。図8（a）、（b）を比較すると、本発明例では比較例に比べて照明光として寄与できる上方への光束が増大しており、光の外部取り出しを有効に行えていることがわかる。本発明者の測定によれば、本発明例では比較例に比べて光取り出し効率を1.6倍に向上できている。

【0117】

このように、本発明のカード型LED照明光源では、素子基板11の光出射側表面をドーム形状としたので、発生した光を外部へ無駄なく取り出すことができ、発生光における照明光への利用効率を非常に高くすることが可能となる。

【0118】

なお、上述した例では、素子基板11の光出射側表面の形状をドーム状としたが、全反射が起こりにくいような形状（中央部が高く周縁部が低くなるような傾斜面状）であれば、任意の形状に設定することができる。例えば、図9（a）に示すように上記例と逆であって発光部15側に凸状に傾斜面が形成された形状、図9（b）に示すような傾斜角が一定である傾斜面（テーパ面）が形成された形状を用いるようにしても良い。

【0119】

ただし、傾斜面が曲面でなく、平面または多面体である場合は、この効果が低下する。傾斜面はドーム状が好ましく、この場合にはLEDペアチップ2自体にレンズが形成された効果を生じる。LEDペアチップ2自体がレンズ効果を有するため、LEDペアチップ2自体の配光がレンズ前面に集中し、LEDペアチップ2側方に出射される光量が低下する。これにより、LEDペアチップ2が組み込まれる光学系の迷光成分が減少し、その結果、カード型LED照明光源全体としての光利用効率が向上する。

【0120】

上述した例では、GaN系半導体層／サファイア素子基板構成で青色光を発するLEDペアチップ2を用いた青色光のカード型LED照明光源について説明したが、他の赤色光を発するLEDペアチップ、緑色光を発するLEDペアチップまたは黄色光を発するLED

Dベアチップを用いるカード型LED照明光源であっても、本発明を同様に適用できることは勿論である。また、これらの4種のLED素子を混在配置させ、それらの発色光を配光制御して白色光や可変色光を提供する白色カード型LED照明光源でも、本発明が適用可能であることは勿論である。

#### 【0121】

他の実施の形態としては、青色発光、緑（青緑）色発光を示すSiC基板、GaN基板などの異なる素子基板上に構成したGaN系のLEDが存在するが、この場合には素子基板自体が導電性を有するため、図5（a）および（b）における活性層13を挟んだn型、p型半導体層12、14に電極を形成する他に、一方の電極を素子基板自体とする構成も可能である。

#### 【0122】

この他、黄（橙）色、赤色の発光を示すAlInGaP系のLEDベアチップ（素子）の場合には、素子基板としてこれらの発光色に対して透過率が高いGaP基板を使用して同様の構成をとることができる。

#### 【0123】

なお、AlInGaP系のLEDベアチップの発光部を、透明電極が形成されたサファイア基板、ガラス基板等の透明基板にウエファボンドすることでも同様の構成をとり得る。

#### 【0124】

更に、図10に示すように、光学的な開口部を有した金属電極18が形成されたサファイア基板、ガラス基板等の透明な素子基板11に、同じく光学的な開口部を有した金属電極が形成されたAlInGaP系のLEDベアチップ（素子）の発光部15を金属接合（例えば超音波接合などを用いての金属接合）することでも同様の構成をとり得る。この場合、ウエファボンドの接合部は種々の形状をとることが可能であり、その一例を図11（a）～（d）に示す。

#### 【0125】

AlInGaP系LEDベアチップの場合、成長基板を除去しない状態で、まず、ベアチップの開口部を有した金属電極とウエファボンドされる透明な素子基板11に開口部を有した金属電極とを金属接合してもよい。この場合、金属接合の後、LEDベアチップの成長基板を取り除く工程を行うことになる。素子基板11の形状加工は、ウエファボンド工程の前後いずれの時点で行ってもよく、LEDベアチップの成長基板を取り除く工程の前後いずれの時点で行ってもよい。

#### 【0126】

なお、光学的に透明な接着手段を使用しても透明基板とLEDベアチップの発光部とのウエファボンドが可能である。

#### 【0127】

上述した例では、サンドブラスト処理により素子基板11の表面形状を形成したが、ウォータージェットによる加工または選択的な化学エッチング処理によりその表面形状を形成すること、LED素子基板11と同等の屈折率を有する光学レンズを張り合わせるようにしても良い。また、GaN系のLEDベアチップの加工について述べたように、ダイシングブレードの刃先を用いる切削によっても素子基板11の表面形状を得ることが可能である。なお、これらの加工が施されたフリップチップ用ベアチップを従来の砲弾形やSMDなどの素子に組み込んでも使用しても良い。

#### 【0128】

上記構成は、ワイヤボンドを不用とするため、光学系の小形化と高効率化に寄与する。

#### 【0129】

AlInGaP系LEDを用いる場合でも、LEDベアチップが実装される基板（放熱基板）に近い側に位置するLED電極の面積を大きくすることにより、実装用基板に向う光を反射させ、光取り出し効率が向上する。

#### 【0130】

なお、放熱基板 1 は、図 5 (a)、(b) に示すような金属板ベース基板以外にも、金属コア基板等で作製することが可能である。ただし、金属ベース基板である場合には、基板下面が金属であるとともに、基板上にも金属製の光学反射板を配することが可能なため、基板の上面および下面からの両面放熱が可能となり、放熱効果はより大きくなる。

【0131】

(実施形態 3)

次に、本発明によるカード型 LED 照明光源の他の実施形態を説明する。

【0132】

まず、図 12 を参照しながら、本実施形態のカード型 LED 照明光源を説明する。

【0133】

本実施形態のカード型 LED 照明光源は、図 12 に示すように、金属板 50 と、多層配線基板 51 と、金属製の光学反射板 52 とを備えている。金属板 50 および多層配線基板 51 は、全体として 1 つの「カード型 LED 照明光源」を構成している。

【0134】

金属板 50 は、放熱基板のベースメタルである。金属板 50 および光学反射板 52 は、アルミ、銅、ステンレス、鉄、または、これらの合金から作製され得る。金属板 50 と光学反射板 52 の材料は異なっても良い。熱伝導率の観点から好ましい材料を並べると、銅、アルミニウム、鉄、ステンレスの順となる。一方、熱膨張率の観点から好ましい材料を並べると、ステンレス、鉄、銅、アルミの順となる。防錆処理などの使い勝手の良さからアルミニウム系材料が好ましく、熱膨張に起因する信頼性劣化を避ける観点からは、ステンレス系材料が好ましい。

【0135】

金属板 50 の裏面は、平坦であり、熱伝導性に優れた部材（不図示）の平坦な面と接触することができる。

【0136】

金属板 50 に対して、電解研磨、アルマイト処理、無電解メッキ、または電着などで絶縁処理を施しておけば、金属板 50 が配線パターンに直接接触しても電氣的ショートが発生しない。

【0137】

なお、金属板 50 の表面において、少なくとも LED ベアチップから放射された光を反射する部分に対して、反射率を向上させるための処理を行うことが好ましい。反射率向上のための処理には、屈折率の異なる物質層を多数積層する増反射処理や、金属板 50 の表面における鏡面性を向上させる処理が含まれる。

【0138】

多層配線基板 51 は、実施形態 2 と同様に、無機フィラーと樹脂組成物との混合物からなる第 1 絶縁層と第 2 絶縁層の 2 層構造を有している。第 1 絶縁層と第 2 絶縁層との間には下層配線が形成されており、第 2 絶縁層の上には上層配線が形成されている。第 2 絶縁層に設けられたビアを介して上層配線と下層配線とが電氣的に接続されている。

【0139】

光学反射板 52 の孔に LED 封止樹脂を充填し、樹脂からなる凹レンズまたは凸レンズを形成することも可能であるし、また、樹脂で孔部分を埋めることによって平坦化することも可能である。しかし、光学反射板 52 の面積は多層配線基板 51 の面積より小さいため、光学反射板 52 の全体を樹脂でモールドすることも可能である。光学反射板 52 を樹脂で完全に覆えば、封止性が向上する。

【0140】

照明装置側に設けられるコネクタは、例えば、図 13 に示されるように、カード型 LED 照明光源をスライドさせながら案内するガイド部を有する本体 55 と、カード型 LED 照明光源と電氣的に接続する複数のコネクタ電極 56 と、熱伝導性に優れた金属プレート（底板）57 と、コネクタ電極を回路（点灯回路など）に接続する配線コード 58 とを備えている。

## 【0141】

コネクタに差し込まれたカード型LED照明光源の給電電極54は、対応するコネクタ電極56と接触し、導通する。放熱性の観点からは、コネクタにカード型LED照明光源を差し込んだとき、金属板50の裏面の全部または1部がコネクタの金属プレート57と熱的に接触することが好ましい。

## 【0142】

本実施形態では、図12に示すように、給電電極54が多層配線基板51の上面における4つの辺のうちの1つの辺の側に集中的に配列されているため、カード型LED照明光源は、図中の矢印Aの方向に押されて、コネクタに差し込まれることになる。

## 【0143】

図12からわかるように、給電電極54が設けられる領域の広さだけ、多層配線基板51のサイズは光学反射板52のサイズよりも大きくなる。このため、本実施形態では、LEDベアチップ53がマトリックス状に実装されている領域（光出射領域またはLEDクラスタ領域）の中心位置（光学中心）と基板の中心位置とが一致せず、カード型LED照明光源の曲げの応力中心が、もろい光学系の中心と一致せず、強度が向上している。また、給電電極54を基板の一端に集中させることにより、多層配線基板51の上面における他の3つの辺に対応する端部は、必ずしもコネクタの内部に完全に嵌め込まれる必要がなくなり、形状などの設計自由度が向上する。

## 【0144】

多層配線基板51（および金属板50）の長辺方向サイズ（矢印Aに平行な辺のサイズ）を適切に設定することにより、光学中心の位置を任意に調節することができる。

## 【0145】

光学反射板52は、基本的には、図4(a)に示す光学反射板3と同様の構成を有しており、LEDベアチップ53の配列に対応する複数の開口部を有している。光学反射板52の開口部には、樹脂レンズが形成されることが好ましく、この樹脂レンズによってLEDベアチップ53が封止されるため、LEDベアチップ53と多層配線基板51との接続がより強固なものとなる。このようにLEDベアチップ53と多層配線基板51との接続が強固になると、カード型LED照明光源を放熱用部材にネジ止めする目的で、カード型LED照明光源のカードにネジ止め用の穴を設けたり、カードの基板のエッジ辺の一部にネジ止め用の円弧を設けることが可能となる。

## 【0146】

図14(a)および図14(b)を参照して、本実施形態のカード型LED照明光源の構成を更に詳細に説明する。図14(a)は、活生層がフェイスダウンの状態フリップチップ実装されたLEDベアチップ53を示している。後述するように、本実施形態では、LEDベアチップ53の種類に応じて異なる実装方式を採用している。

## 【0147】

LEDベアチップ53は、多層配線基板51の配線パターン59と接続され、かつ、多層配線基板51上に固定されるように実装されている。金属製の光学反射板52は、LEDベアチップ53が多層配線基板51上に実装された後、多層配線基板51上に貼り付けられている。

## 【0148】

多層配線基板51には、2層の配線パターン59が形成されており、異なる層における配線パターン59がビア63によって接続されている。最上層における配線パターン59は、Auパンプ61を介してLEDベアチップ53の電極と接続されている。配線パターン59は、例えば、銅、ニッケル、アルミニウム、または、これらの金属を主成分とする合金から形成した配線パターンによって構成される。

## 【0149】

このような多層配線基板51では、前述のように、絶縁性を有する樹脂組成物と無機フィラーとの混合物からなる絶縁層を含んでおり、この混合物は、好ましくは熱硬化性樹脂を含んでいる。絶縁層を構成する樹脂組成物および無機フィラーの種類・量を適切に選択

することにより、絶縁層の熱伝導性、線膨張係数、誘電率などを調節することができる。絶縁層の好ましい熱伝導率は、 $1 \sim 10$  ( $\text{W}/\text{m} \cdot \text{K}$ ) である。絶縁層は白色であることが好ましい。白色の絶縁層を採用することにより、絶縁層の露出部分による可視光反射率が高まり、光の利用効率が更に改善される。

【0150】

無機フィラーとしては、熱伝導性に優れる  $\text{Al}_2\text{O}_3$ 、 $\text{MgO}$ 、 $\text{BN}$ 、 $\text{SiO}_2$ 、 $\text{SiC}$ 、 $\text{Si}_3\text{N}_4$ 、および  $\text{AlN}$  からなる群から選択された少なくとも1種類のフィラーを用いることが好ましい。無機フィラーの平均粒径は、 $0.1 \sim 100 \mu\text{m}$  の範囲から設定されることが好ましい。平均粒径が、この範囲を外れると、フィラーの充填性や基板の放熱性が低下するからである。

【0151】

熱硬化樹脂としては、エポキシ樹脂、フェノール樹脂、およびシアネート樹脂からなる群から選択された少なくとも1種類の樹脂を用いることが好ましい。これらの樹脂が硬化後に示す電気絶縁性、機械的強度、耐熱性が他の樹脂硬化物よりも優れているからである。樹脂組成物には、必要に応じて、カップリング剤、分散剤、着色剤、離型剤などの添加剤が加えられていても良い。

【0152】

アルミナフィラーのコンポジット材料からなる厚さ  $160 \mu\text{m}$  のシートを用い、合計  $320 \mu\text{m}$  の絶縁層を有する2層配線の多層配線基板を用意し、アルミニウムメタルベースに貼り付ける方法でカード型LED照明光源の試作品を作製した。前記アルミニウムメタルベースのアルミナコンポジット2層基板の上にLEDベアチップを直接実装し、LEDベアチップとベースメタル間の熱抵抗を測定したところ、約  $1$  [ $^{\circ}\text{C}/\text{W}$ ] という熱抵抗が得られた。

【0153】

前記試作品に対して無風状態でヒートシンクによる自然放熱を行う場合、約  $0.3 \text{ mm}$  角のLEDベアチップ (64個) を  $40 \text{ mA}$  (定格の2倍の電流、電流密度は約  $444$  [ $\text{mA}/\text{mm}^2$ ]) で駆動しようとする、LEDベアチップの温度を約  $80^{\circ}\text{C}$  に保持するためには、約  $300$  [ $\text{cm}^2$ ] のヒートシンク表面積が要求される。また、自然空冷を行う場合において、このように大きな電流で動作させようとする場合、LEDベアチップとベースメタル間の熱抵抗は約  $10$  [ $^{\circ}\text{C}/\text{W}$ ] 以下に設定する必要がある。

【0154】

自然空冷を行う場合、LEDベアチップの温度が  $80 \sim 120^{\circ}\text{C}$  を超えるようになると、LEDベアチップの封止樹脂 (エポキシやシリコンなどの樹脂) の熱劣化および光劣化が激しくなるため、好ましくない。

【0155】

熱抵抗が約  $5$  [ $^{\circ}\text{C}/\text{W}$ ] 以下であれば、理想的に大きな面積を有するヒートシンクではなく、現実的な有限の面積を有するヒートシンクを用いた場合であっても、自然空冷による十分な放熱が可能である。更に、熱抵抗が約  $2 \sim 1$  [ $^{\circ}\text{C}/\text{W}$ ] 以下であれば、小型のヒートシンクでも十分な放熱が可能となる。

【0156】

また、絶縁層厚みを薄くしたり、更には約  $2 \sim 4$  [ $\text{W}/\text{mK}$ ] の熱伝導率を有するアルミナコンポジット材の絶縁層ではなく、約  $3$  から  $5$  [ $\text{W}/\text{mK}$ ] の熱伝導率を有するボロン系のコンポジット材の絶縁層を用いるなど  $1$  [ $^{\circ}\text{C}/\text{W}$ ] 以下の熱抵抗を有する系も実現可能であり、この場合はさらにヒートシンク面積を小型化しても同様の効果が得られる。

【0157】

また、 $1 \sim 2.5$  [ $\text{W} \cdot \text{mK}$ ] の熱伝導率を有するシリカコンポジット材の絶縁層を用いた場合も、熱伝導率がより高い絶縁層を用いた場合と比較して絶縁層を薄くすることにより、上記範囲の熱抵抗を実現することができる。

【0158】

多層配線基板51の配線パターン59は、例えば、有機フィルムなどの離型キャリア上

に配線パターンを形成し、その後、離型キャリアから上記の絶縁層上に配線パターンを転写することによって形成することができる。離型キャリアの配線パターンは、銅箔などの金属箔を接着剤を介して離型キャリアに接着させたり、更に、その金属箔上に電解メッキまたは無電解メッキで膜状に金属層を堆積した後、化学エッチングなどにより金属をパターンニングして作製され得る。ただし、金属箔から配線パターンを形成する場合、金属箔の接着強度を高めるため、絶縁層の表面は粗面化されていることが好ましい。

#### 【0159】

上記の配線パターン59は他の方法で作製されていてもよい。また、配線パターン59は、絶縁層中に埋没されていてもよいし、平坦な絶縁層表面に付着した状態にあってもよい。なお、異なる層における配線パターン59を接続するビア63は、絶縁層に形成した孔（ビアホールまたはスルーホール）の内部にめっきや導電性樹脂組成部を設けることによって作製される。

#### 【0160】

このような構成を有する多層配線基板51の上面の大半は光学反射板52で覆われているが、一部は露出している。多層配線基板51上の露出領域には複数の給電電極54が形成されている。この給電電極54は、カード型LED照明光源が差し込まれるコネクタを介して照明装置の点灯回路に電氣的に接続される。

#### 【0161】

光学反射板52と多層配線基板51との間にはアンダーフィル（応力緩和層）60が設けられている。このアンダーフィル60により、金属製の光学反射板52と多層配線基板51との間にある熱膨張差に起因する応力が緩和されるとともに、光学反射板52と多層配線基板51上の上層配線との間の電氣的絶縁も確保される。

#### 【0162】

光学反射板3の全体が金属から形成されていることが好ましい。絶縁層（基板絶縁層）を基板ベースメタルと金属反射板で挟みこむことにより、基板両側からの放熱が可能になり、また、発熱体であるLEDの実装側の中央部の熱を周辺部に対して均熱化できること等の効果が得られる。また、基板絶縁層の両側から互いの金属板のそりを押さえ込む効果も副次的に期待できる。

#### 【0163】

更に、樹脂組成物および無機フィラーからなるコンポジット材料から基板絶縁層を形成すれば、このようなコンポジット材料の持つ弾性により、両方の金属の応力緩和を図ることができる。その結果、高温高出力で点灯される照明装置としての信頼性を向上させることができる。

#### 【0164】

また、応力を更に緩和し、信頼性を更に向上させるため、光学反射板と基板絶縁層の間に、これらの材質とは異なる材質からなる応力緩和層を設けることが好ましい。絶縁層上の配線の上にバンプを形成したり、配線のほかにバンプ用のランドを設けることにより、絶縁層と光学反射板との間に空隙を設け、この空隙内に上述のアンダーフィルや、LEDのモールドに用いる樹脂（エポキシやシリコン）を充填しても応力を緩和することが可能である。このような応力緩和手段を設けると、点滅試験の熱衝撃による応力が加えられている過酷な条件のもとでも、不点灯や信頼性低下を抑制することができる。

#### 【0165】

光学反射板52の開口部には、モールドされた樹脂62によってレンズが形成されている。放熱性向上の観点から、光学反射板52はアルミニウムなどの金属プレートから形成されていることが好ましいが、他の絶縁性材料から形成されたプレートを用いてもよい。その場合、開口部の内周壁面の少なくとも一部（好ましくは全部）に、絶縁性プレートよりも反射率の高い材料、例えば、Ni、Al、Pt、Ag、Auなどの金属、または、これらの金属を主成分とする合金から形成した反射膜を設けることが望ましい。こうすることにより、LEDから側方に出た光が、反射膜によって適切に反射され、光の利用効率を向上させることが可能である。

## 【0166】

裏面に貼り付けられる金属板50の材料は、アルミニウムに限られず、銅でもよい。金属板50の裏面は、コネクタなどに設けた熱伝導性の良い部材と接触して放熱性を高めるように平坦であることが好ましいが、裏面の一部に放熱のためのフィンや線状凹凸を設けても良い。その場合、金属板50の裏面と接触する部材の表面には、フィンや線状凹凸に対応する凹凸形状が設けられることが好ましい。カード型LED照明光源をスライドさせてコネクタに接続する構成を採用する場合、金属板の裏面に設けるフィンや線状凹凸は、スライドを阻害しないように、スライド方向に沿って延びていることが好ましい。このようにする場合、フィンや線状凹凸自身がガイドとして機能するとともに、接触面積が増加する効果が得られる。

## 【0167】

熱伝導材部材とカード型LED照明光源との熱的接触を高めるためには、熱伝導材部材をカード型LED照明光源に対して押圧する機構を採用することが好ましい。このような押圧はバネ性を有した給電端子で行うことが可能である。しかし、これだけで十分な押圧力を得るためには給電端子のバネ性を十分に強くする必要が生じる。給電端子との電氣的コンタクトのために必要な機械的押圧力が端子当たり50～100g程度の場合、これよりも強い押圧力を付与する押圧手段を追加的に設けることが好ましい。このような押圧手段として、カード型LED照明光源における給電端子以外の部分に対して200g以上の加圧を行うバネ性部材を配置することができる。このような押圧手段を複数個設けても良い。

## 【0168】

上記の押圧手段を設ければ、給電端子への機械的押圧をあまり大きくする必要がなくなるので、カード型LED照明光源の着脱を人間の指によって行うことが容易になる。ユーザは、カード型LED照明光源をLED照明装置のコネクタに装着した後、上記押圧手段によってカード型LED照明光源の基板裏面を熱伝導部材に強固に押し付けることができる。このような押し付けにより、カード型LED照明光源はLED照明装置に一種のロックされた状態になり、不用意にカード型LED照明光源が装置から抜け落ちることが防止される。

## 【0169】

図14(b)は、コネクタと接続された状態にあるカード型LED照明光源の端部断面を示している。図中、コネクタは破線で示されている。便宜上、図14(b)のカード型LED照明光源は、図14(a)に示すカード型LED照明光源よりも薄く記載している。

## 【0170】

図14(b)からわかるように、多層配線基板51のコネクタ側端部には給電電極54が形成されており、給電電極54は配線パターン59と直接的に、またはビアを介して電氣的に接続されている。多層配線基板51のうち給電電極54が形成されている領域は、光学反射板52によって覆われていないため、コネクタ電極56は給電電極54と容易に接触することができる。

## 【0171】

コネクタ電極56と給電電極54との電氣的接続／非接続は、カード型LED照明光源をコネクタに対して抜き差しすることにより簡単に実行できる。カード型LED照明光源の抜き差しを検知するスイッチをカード型LED照明光源がさし込まれるコネクタ側に設置し、カード型LED照明光源が挿入されていない時の通電を防止すれば安全性が向上する。この場合、スイッチはカードの下面、側面、および上面のいずれの位置に設けてもよい。

## 【0172】

なお、図13において、コネクタ電極56が外部から見えるように図示されているが、現実のコネクタ電極56は、図14(b)に示すように、人間の指が触れないように設計されることが好ましい。

## 【0173】

なお、本実施形態では、赤色（R）、緑色（G）、青色（B）、および黄色（Y）の光を発する4種類のLEDペアチップをそれぞれ16個づつ、1つの基板上に配列している。基板サイズは、例えば、長辺28.5mm×短辺23.5mm×厚さ1.3mmであり、64個のLEDが配列された矩形領域のサイズは、例えば、20mm×20mm×厚さ1mmである。この例において、LEDが配置される領域（反射板が存在する領域）が約2cm角のサイズを有する理由は、低ワットの小型電球の中で一般的な小丸電球やミニクリプトン電球のバルブサイズと同等の発光部面積を与えることにより、これら既存の低ワット電球と代替可能とするためである。なお、小丸電球によれば、約5から10Wの電力で約20から50lmの全光束が得られ、ミニクリプトン電球によれば、約22から38Wの電力で、約250から500lmの全光束が得られる。

## 【0174】

本発明者の実験によれば、白色LEDを用いた実施形態において、自然空冷で室温が25℃の場合、約100～300lmの光束が得られ、小型電球と同等の発光部サイズで同等の光量が得られた。また、カード型LED照明光源をビーム電球相当の筐体に組みこみ、ビーム型のダイクロイックハロゲン電球相当の径の中に収める場合、反射板が設けられた光出射領域（発光領域）の中心を電球の光軸中心と一致させようとするれば、前記発光部中心から略四角形のカードの長辺の端面（給電電極側）までの距離は、以下のようにになる。

## 【0175】

径35mmの場合： 約13mm。

## 【0176】

径40mmの場合： 約15mm。

## 【0177】

径50mmの場合： 約23mm。

## 【0178】

また、基板周辺部には前記ガイド部と接触しうる平坦な部分を確保することが好ましい。また、反射板の全体を樹脂封止するためには、基板周辺部にLEDを設けない領域を配置することが好ましい。このような領域は、約2cm角サイズの光出射領域の両側に設けられ、それぞれの領域の幅は、例えば1～3mmに設定される。この領域（余白部）をより大きく設定する場合、発光部中心から前記端面までの距離が縮小する必要がある。

## 【0179】

カード差込みタイプの利用形式やカードを設置して押圧するタイプの利用形式で、照明器具およびランプの両方の用途に対応する場合、カード型LED照明光源の片面に給電電極が集中していることが、各種方式の抜き差しに対応する観点からも望ましく、反射鏡板（光出射領域）が基板の幾何中心からずれるように配置されることが更に望ましい。

## 【0180】

なお、カード型LED照明光源の基板裏面からの放熱を有効に行うため、給電電極は基板の光出射側面に集中して設置されていることが好ましいが、更に、基板裏面の広範囲な面にわたる熱伝導部材（放熱手段）との熱的接触を確保するため、給電端子による押し当てだけではなく、他の押圧手段による押し当てを行うことが好ましい。このような押圧を行うためのスペースを基板主面上に余白部として設けておくことが望ましい。

## 【0181】

前記発光部中心から給電電極の存在しない基板端面までの距離は、給電電極の存在する側の距離より短く設定できる。この距離を光出射領域の両側における余白部の幅と一致させれば、例えば4つのカード型LED照明光源を2辺ずつが接するように密接配置されるとき、反射鏡板（光出射領域）の間隔を等距離で、かつ可能な限り短く設定することが可能となる。

## 【0182】

以上説明した観点から、カード型LED照明光源における光出射領域の中心（発光部中



心)から基板端面(給電電極側の端面)までの距離を約16.5mm、上記発光部中心から基板端面(給電電極側とは反対の端面)までの距離を約12mmとする試作品を作製した。給電電極と反対側のスペース(幅)を充分な大きさに設定することにより、反射板(光出射領域)の外側(基板の余白部)において、下層配線層とのビア接続が可能となる。この場合、本部分を部分単層とすることで、ビアを用いなくとも上下層のワイヤリングなどによって導通をとることも可能である。また逆に、給電電極側を部分単層とすることも可能である。更に、基板上の一部のみにおいて、更なる部分多層化を行い、配線のジャンパの自由度を高めることも可能である。この場合、上記余白部は有効なスペースとなる。

#### 【0183】

本実施形態において、給電電極は、コネクタ電極との接触についての機械的誤差や、ビアの製造誤差を考慮し、略四角形の形状を持つように設計し、幅0.8mm、長さ2.5mm、給電電極間の中心と中心の距離1.25mmに設定している。カード型LED照明光源の基板上において、できるだけ多くの独立した回路を形成するには、給電電極の数は多い方が好ましい。本実施形態の構成例では、16個の給電電極を設けることが可能である。

#### 【0184】

定電流駆動用に、同数のアノード側電極およびカソード側電極を設ける場合、青、緑(青緑)、黄(橙)、赤、および白の各々に給電電極に割り当てた上で、6個(3経路)の予備端子を設けることが可能となる。

#### 【0185】

本実施形態では、給電電極とメタルベース基板との間の最小絶縁距離を確保するため、給電電極のエッジと基板端面との距離を最小で2mmに設定している。この絶縁性を更に向上させるためには、給電電極の間を平面ではなく立体的にし、絶縁層でリブを形成することも可能である。

#### 【0186】

1枚のカード型LED照明光源に設けた64個のLEDベアチップの相互接続状態を表す等価回路を図15に示す。図15において、R(+)は、赤色光を出すLEDベアチップのアノード側を意味し、R(-)は、赤色光を出すLEDベアチップのカソード側を意味している。他の色(Y、G、B)についても、同様である。

#### 【0187】

図16は、LED点灯回路の構成例を示すブロック図である。図示されている構成例では、カード型LED照明光源の点灯回路70が整流/平滑回路71、電圧降下回路72、および定電流回路73を備えている。整流/平滑回路71は、AC100Vの電源に接続され、交流を直流化する機能を有する公知の回路である。なお、電源はAC100Vに限られず、DC電源を用いても良い。DC電源を用いる場合、平滑回路と降圧回路の組み合わせた整流/平滑回路71を用いる代わりに、電圧変換回路(降圧・昇圧回路)を用いれば良い。

#### 【0188】

電圧降下回路72は、直流化された電圧をLEDの発光に適した電圧(例えば18V)に低下させる。定電流回路73は、青色、緑色、黄色、および赤色のためのLEDコントロール定電流回路から構成されている。LEDコントロール定電流回路は、カード型LED照明光源75における各色のLED群76に供給する電流を一定値に調節する機能を有している。定電流回路73と各LED群76との間の電氣的接続は、カード型LED照明光源75を照明装置のコネクタにはめ込むことによって達成される。具体的には、カード型LED照明光源75の基板上に形成された給電電極が、コネクタ内の対応する給電電極と接触することにより、電氣的に導通する。

#### 【0189】

このような点灯回路70は、回路要素の一部として電解コンデンサを含んでいる。電解コンデンサの温度は約100℃程度で寿命が著しく短くなるため、電解コンデンサの近傍における温度は100℃を十分に下回る必要がある。本実施形態によれば、カード型LED

D照明光源75で発生した熱がカード型LED照明光源75の金属板を介して照明装置内の放熱部材を通じて放熱手段から放熱されるため、点灯回路の電解コンデンサの近傍温度は80℃程度以下に維持され、点灯回路の長寿命化も果たされる。

【0190】

本実施形態では、青色、緑（青緑）色、黄（橙）色、および赤色の各々のLED群76について定電流駆動を行うため、別々にグラウンド電位を与えている。このため、本実施形態におけるカード型LED照明光源75の給電電極数は8個である。8個の給電電極のうちの半分はアノード電極として機能し、他の半分はカソード電極として機能する。

【0191】

以下、図17および図18を参照しながら、本実施形態におけるカード型LED照明光源の多層配線パターンを説明する。図17は、多層配線基板における上層配線パターンのレイアウトを示し、図18は、下層配線パターンのレイアウトを示している。

【0192】

図17および図18において、配線パターン78の上に示されている小さな円形領域79は、上下配線パターンを接続するビアの位置を示している。なお、図17および図18では、簡単化のため、参照符号「78」および「79」をそれぞれ各図において一箇所にしか示していないが、現実には多数の配線パターンとビアとが形成されていることは言うまでもない。

【0193】

図17において、代表的に示される破線で囲まれた領域85aおよび85bにLEDベアチップが実装される。図19(a)および(b)は、領域85aおよび85bを拡大して示している。図19(a)に示す部分には、フリップチップ（FC）実装形式でLEDベアチップが実装される。一方、図19(b)に示す部分には、ワイヤボンド（WB）実装形式でLEDベアチップが実装される。図19(c)は、FC実装されたLEDベアチップの断面を示し、図19(d)は、WB実装されたLEDベアチップの断面を示している。

【0194】

本実施形態では、青色または緑（青緑）色の光を発するLEDベアチップについては、FC実装を行い、黄（橙）色または赤色の光を発するLEDベアチップについては、WB実装を行っている。

【0195】

赤色または黄（橙）色の光（相対的に波長が長い光）を発するLEDベアチップ（素子）は、通常、発光層を含む積層構造がGaAs基板上に形成されている。GaAs基板は、赤色や黄色の光を透過しにくいいため、発光層の下方に位置するように実装される。このため、このようなLEDベアチップは、フェイスダウン状態で実装することができない。

【0196】

図19(c)に示すFC実装の場合は、LEDベアチップの発光層が存在する側にn電極およびp電極が形成され、それらの電極と多層配線基板上的配線（上層配線）との接続は金バンプを介して行われている。

【0197】

なお、本実施形態では、基板上的配線パターンは、銅箔の上にニッケルメッキを行い、その上に金めっきを行うことによって作製されている。上記の銅箔の厚さを35μm以下に設定することにより、フリップチップ実装に必要な横方向サイズが50μm以下となる部分ファインパターンを形成している。部分ファインパターンを形成することにより、基板全面のパターン設計ルールにおけるラインアンドスペースを大きな値に維持したまま、フリップチップ実装がなされる箇所における電極間隔を短縮することが可能となる。このため、配線パターンを効率的に作製でき、基板の製造歩留まりが向上する。

【0198】

また、配線パターンは基板上において離散的に存在しているため、ある条件では、無電解メッキで形成した。試作品では、ニッケルメッキの厚さを約6μmに設定し、その上に

形成した金メッキの厚さを $0.6\mu\text{m}$ に設定した。このように金メッキの厚さを十分大きく設定することにより、LEDベアチップと金属接合する際に生じる金のくわれによる接合強度不足を補うことが可能となる。

【0199】

なお、LEDベアチップが実装されない領域での反射率を上げるため、配線パターンや基板表面の上に反射率の高い材料からなる層または部材を配置してもよい。

【0200】

一方、青色または緑（青緑）色の光（相対的に波長が短い光）を発するLEDベアチップ（素子）では、通常、発光層を含む積層構造がサファイア基板上に形成される。サファイア基板は、青色や緑色の光を透過するため、発光層の下方でも上方でも任意の配置で実装され得る。FC実装の方が、高密度化に適しているため、本実施形態では、青色LEDベアチップおよび緑色LEDベアチップを、FC実装により基板に搭載している。図19（d）に示すWB実装の場合は、基板裏面およびLEDベアチップの発光層が存在する側に、それぞれ、n電極およびp電極が形成され、p電極が多層配線基板上の配線（上層配線）とボンディングワイヤを介して接続される。n電極は、導電性ペースト、ハンダ、金属接合、異方性導電性接着剤などを介して、多層配線基板上の配線（上層配線）と接続される。また、これらを更に強固に接続するため、アンダーフィル材を用いても良い。

【0201】

なお、各色のLEDの構造や実装形式は、本実施形態におけるものに限定されるわけではない。1つの基板上における全てのLEDが1種類の実装形式で搭載されていてもよいし、3種類以上の実装形式で搭載されていても良い。採用するLEDの構造に応じて最適な実装形式で各LEDを搭載することが望ましい。また、素子との接合信頼性を高める観点から、基板の配線パターンの少なくとも表面は金層から形成されていることが望ましい。金に対する金属接合を確実にするためには、金層の厚さを $0.5\mu\text{m}$ 以上に設定することが好ましく、 $1\mu\text{m}$ 以上に設定することが更に好ましい。

【0202】

異なる種類のLEDを同一基板上に配列したり、あるいは、複数の種類の実装方法でLEDを同一基板上に配列する場合、LEDによって発光層の位置が変化する。このため、LEDごとに設けるレンズの幾何学的形状（焦点位置や開口率）をLEDの発光位置や発光色によって生じる色収差に応じて最適化することが好ましい。

【0203】

図17および図18を参照して、配線のレイアウトを説明する。

【0204】

図17に示す電極80a、80b、80c、および80dは、それぞれ、例えば、赤色、青色、緑色、および黄色の各LED群に対してアノード電位を与える給電電極である。一方、電極90a、90b、90c、および90dは、それぞれ、例えば、赤色、青色、緑色、および黄色の各LED群に対してカソード電位（グラウンド電位）を与える給電電極である。

【0205】

電極80a、80b、80c、および80dは、それぞれ、ビアを介して、図18に示す配線81a、81b、81c、および81dと接続されている。一方、図17に示す電極90a、90b、90c、および90dは、それぞれ、ビアを介して、図18に示す配線92a、92b、92c、および92dと接続されている。

【0206】

図17および図18に示す多層配線構成により、図15の回路と実質的に等しい回路が形成されているが、配線パターンのレイアウトは、任意であり、図17および図18に示す構成に限定されないことは言うまでもない。

【0207】

本実施形態では、図17の下方に示す領域に全ての給電電極（アノード電極およびカソード電極）80a～80d、90a～90dを1直線状に配列し、基板の一辺近傍に給電

電極を集中させているため、カード型LED照明光源とコネクタとの接続が容易になる。このように、異なる色を発するLED群ごとにグラウンドラインも分離しつつ、給電電極を基板の一辺側に集中させることができる理由は、上述のような多層配線構造を採用しているためである。

#### 【0208】

以上説明してきたように、本実施形態では、カード型LED照明光源の金属板の裏面に給電電極が存在せず、金属板裏面が平坦である。このため、この金属板と熱伝導性に優れた部材（照明装置に設けられる）との接触面積を広く確保し、カード型LED照明光源から外部への熱の放散を促進することができる。この接触面積は、LEDが配列された領域（光出射領域またはLEDクラスタ領域）の面積以上の大きさをもつことが好ましい。

#### 【0209】

本実施形態では、1つの基板上に異なる波長の光を発する4種類のLEDベアチップを配列しているが、本発明はこれに限定されない。発する光の色（波長帯域）は、1～3種類でも5種類以上であってもよい。また、各々が複数の光を発するLEDベアチップや、蛍光体を添加することで白色光を発するLEDベアチップを用いてもよい。なお、白色光を放射するLEDベアチップを用いない限り、一般的には、白色発光のためにLEDベアチップの周囲を蛍光体で覆う必要がある。この場合、基板と反射板とによって形成される空間内に蛍光体を封入すれば、LEDによる蛍光体励起を実現できる。このようにする代わりに、蛍光体を分散させたシートを反射板の上面に張りつけてもよい。また、前記蛍光体を分散させたシート自体を更に透明な樹脂材料でカード型LED光源と一体に形成してもよい。

#### 【0210】

##### （実施形態4）

以下、図20から図31を参照しながら、本発明によるLED照明装置の種々の実施形態を説明する。

#### 【0211】

まず、図20を参照する。図20は、電球型のLED照明装置を示している。このLED照明装置は、基本的には、図3に示すLED照明装置と同様の構成を有しているが、カード型LED照明光源を照明装置に組み込む方式が異なっている。図20のLED照明装置は、照明装置本体96に光透過性カバー97が組み合わされて使用されるが、カード型LED照明光源95の取り外しは、光透過性カバー97を本体96から一時的に外した状態で行う。本体96の上面には、カード型LED照明光源96が嵌め込まれる受容部98が設けられており、本体96は、受容部98に嵌め込まれたカード型LED照明光源96を上面から押さえる固定蓋99を備えている。固定蓋99は、その一端の近傍を回転軸として開閉するように支持されており、カード型LED照明光源95上の給電電極95aと接触するコネクタ電極99aを有している。このコネクタ電極99aは、本体96内の点灯回路（不図示）と接続されている。固定蓋99aおよび受容部98は、その組合せにより、1つの「コネクタ」として機能する。

#### 【0212】

固定蓋99は、受容部98に収められたカード型LED照明光源95の光出射領域を開放しつつ、給電電極95aやその他の部分を押さえる構造を有している。固定蓋99を開めた状態において、カード型LED照明光源95の基板裏面は、受容部98の底面と熱的に接触する。受容部98の底面は、熱伝導性の優れた材料（例えばアルミニウムなどの金属材料）から形成されていることが好ましい。この熱伝導性に優れた材料は、ヒートシンクとして機能し、カード型LED照明光源95で発生した熱を放散し、過度の昇温を抑えることができる。

#### 【0213】

好ましい実施形態では、光透過性カバー97の取り外しや固定蓋99の開閉は、特別の道具を用いることなく、人の手や指によって簡単に行うことができるように構成されている。このため、カード型LED照明光源95の取り替え（着脱）は容易に行える。なお、

光透過性カバー 97 は、光拡散性を有していてもよい。なお、光透過性カバー 97 に代えて、着色材、蛍光材、リン光材から作製した他のカバー 97 a を用いても良い。また、レンチキュラーレンズ 97 b や光拡散カバー 97 c を採用してもよい。あるいは、複レンズや反射材、または、上記した各種の光学部材を複合させた機能を有するカバーを採用してもよい。

#### 【0214】

図 20 の照明装置では、1 枚のカード型 LED 照明光源 95 が着脱されるが、1 つの照明装置に対して着脱されるカード型 LED 照明光源の枚数は複数であってもよい。図 21 は、複数枚のカード型 LED 照明光源が装着される電球型の LED 照明装置を示している。カード型 LED 照明光源は、開閉可能な一對の固定蓋によって抑えつけられ、固定される。

#### 【0215】

図 20 および図 21 では、電球型ランプと置き換え可能な LED 照明装置が示されているが、直管蛍光ランプや丸管蛍光ランプと置き換え可能な LED 照明光源を本発明のカード型 LED 照明光源を用いて実現することも可能である。直管蛍光ランプや丸管蛍光ランプと同様の形態を有する LED 照明光源を作製すれば、既存の装置に対して直管または丸管の蛍光ランプの代わりに本発明による LED 照明光源を取り付けて使用することができる。

#### 【0216】

図 22 は、スタンド型の LED 照明装置を示している。図 22 に示されている照明装置本体 96 には、カード型 LED 照明光源 95 を収容するための受容部 98 が設けられている。この受容部 98 は、カード型 LED 照明光源 95 をスライドさせるように案内するガイドを有している。給電電極 95 a が設けられている部分を先端としてカード型 LED 照明光源 95 を照明装置の受容部 98 に挿入すれば、カード型 LED 照明光源 95 が装着された状態で給電電極 95 a とコネクタ電極との接続が完了する。装着されたカード型 LED 照明光源 95 は、摩擦力によって固定され、不用意には外れない。また、カード型 LED 照明光源 95 の基板裏面は受容部 98 と熱的に接触するため、この接触部分は熱伝導性に優れた材料から形成しておくことが好ましい。

#### 【0217】

図 22 のスタンド型照明装置では、1 枚のカード型 LED 照明光源 95 が着脱されるが、1 つの照明装置に対して着脱されるカード型 LED 照明光源の枚数は複数であってもよい。図 23 は、2 枚のカード型 LED 照明光源が着脱される構成のスタンド型 LED 照明装置を示している。

#### 【0218】

図 24 は、スタンド型 LED 照明装置の他の実施形態を示している。この LED 照明装置では、図 21 に示すタイプのコネクタが採用されている。固定蓋によってカード型 LED 照明光源が照明装置に固定されている。この固定蓋の開閉は、人の指によって簡単に実行できる。

#### 【0219】

図 25 は、懐中電灯やペンライトとして携帯可能な LED 照明装置を示している。この照明装置には、カード型 LED 照明光源 95 を着脱するためのスロット 100 が設けられている。ただし、カード型 LED 照明光源 95 の着脱は、スロットを設けずに行う構成を採用しても良い。図 25 の LED 照明装置は、乾電池や充電電池によってカード型 LED 照明光源を動作させることができ、持ち運び可能な構成を有している。

#### 【0220】

図 26 は、従来の直管蛍光ランプを用いる照明装置に置き換わる LED 照明装置を示している。この LED 照明装置の本体 101 には、複数のカード型 LED 照明光源 95 を着脱することのできるコネクタが設けられており、本体 101 のスロット 100 を介してカード型 LED 照明光源 95 の着脱が行われる。

#### 【0221】

図 26 の照明光源は、直管蛍光ランプそのものと置き換え可能な LED 照明光源ではなく、直管蛍光ランプを用いたスタンド型照明装置と置き換えられる LED 照明光源である。

【0222】

図 27 は、従来の丸管蛍光ランプを用いる照明装置に置き換わる LED 照明装置を示している。LED 照明装置の本体 102 には、複数のカード型 LED 照明光源 95 を着脱することのできるコネクタが設けられており、本体 102 のスロット 100 を介してカード型 LED 照明光源 95 の着脱が行われる。

【0223】

図 28 は、ダウンライト型の LED 照明光源を示している。本発明の LED 照明装置は薄型化しやすいため、ダウンライトとして部屋や車の天井に配設することが容易である。

【0224】

図 29 は、光軸可変型の LED 照明装置を示している。カード型 LED 照明光源が装着されている部分を特定軸（1 つ軸に限定されず、多軸を含む）を中心に任意の角度 だけ 回転することにより、光出射方向を所望の方位に設定することが容易である。

【0225】

図 30 は、カード型の LED 照明装置を示している。電源としてボタン電池などの薄型電池を採用し、照明装置自体を薄型化している。このような LED 照明装置は、薄型・軽量化により、携帯しやすい。

【0226】

図 31 は、キーホルダー型の LED 照明装置を示している。この LED 照明装置も、ボタン電池などの薄型電池で動作し、小型軽量化されているため、持ち運びに便利である。

【0227】

以上、図 20 から図 31 を参照しながら本発明による LED 照明装置の種々の実施形態を説明してきたが、本発明の実施形態は、これらに限定されず、多様な形態をとり得る。

【0228】

上記実施形態の説明からも明らかなように、1 つの照明装置に対して 1 枚または複数枚のカード型 LED 照明光源を用いるように各照明装置を設計する場合、規格化された所定のカード型 LED 照明光源が普及しやすい。例えば、図 21 の照明装置の場合、1 枚の大面積カード型 LED 照明光源を用いるより、図 20 の照明装置に対しても着脱可能なカード型 LED 照明光源をそのまま複数枚使用できるように構成する方が好ましい。そうすれば、カード型 LED 照明光源の量産効果により、単体の価格を低下させやすいという重要な効果が得られる。また、照明装置の種類や生産メーカーの違いによって使用可能なカード型 LED 照明光源が異なると、互換性が悪く、ユーザの不満が強まるため、カード型 LED 照明光源の主要部分については、規格化された機能や寸法を持つことが好ましい。

【0229】

なお、上記実施形態におけるカード型 LED 照明光源では、いずれも、LED ベアチップが実装されたものを用いているが、有機 EL 膜が形成されたカード型 LED 照明光源を採用しても良い。本明細書における「基板の片面に LED が実装された着脱可能なカード型 LED 照明光源」は、放熱基板上に有機 EL を設けたカード型 LED 照明光源をも広く含むものとする。

【0230】

以上説明してきたように、本発明による LED 照明装置は、カード型 LED 照明光源を簡単に着脱できる部材として用いることにより、照明装置としての寿命が延び、既存の照明装置と置き換えられ得るようになる。このような LED 照明装置には、図 12 に示す構成のカード型 LED 照明光源が好適に使用されるが、本発明の LED 照明装置に用いるカード型 LED 照明光源は、前述した実施形態に制限されるわけではない。

【0231】

このように、本発明の LED 照明装置に着脱するカード型 LED 照明光源としては、種々の構成を有するものを採用することが可能であり、図面を参照して説明したカード型 L

ＥＤ照明光源の実施形態に限定されない。

【０２３２】

また、本発明のカード型ＬＥＤ照明光源は、照明装置以外の装置に採用することも可能である。例えば、照明装置と同様に輝度の高い光の出射が必要な機器や、その他の装置の光源部分は、本発明による着脱可能なカード型ＬＥＤ照明光源を用いても良い。

【０２３３】

なお、基板上にＬＥＤベアチップを直接実装する代わりに、ＬＥＤベアチップがモールドされた状態のＬＥＤ素子（好ましくは面実装型）を基板に接合してもよい。この場合、ＬＥＤがモールドされた状態で別途作製されるので、ＬＥＤベアチップを直接実装する場合に比べて、基板とＬＥＤベアチップとの間の熱抵抗は高くなる。しかし、前述した基板構成を採用すれば、ＬＥＤ素子を基板上に設置した場合でも、従来よりも優れた放熱性を実現することができ、ＬＥＤ素子の集積時の放熱性を向上させることが可能である。

【０２３４】

【発明の効果】

本発明のＬＥＤ照明装置によれば、光源部分を着脱可能なカード状構造物によって構成することにより、光源における各ＬＥＤ素子で発生した熱をスムーズに放熱させる効果を高めるとともに、寿命の尽きた光源だけを新しい光源と取替え可能とすることによって照明装置の光源以外の構造物を長期間使用できるようになる。

【０２３５】

また、本発明のカード型ＬＥＤ照明光源によれば、ＬＥＤ素子の高密度化、良好な放熱性、および、発生した光の利用効率の向上を同時に実現することができ、カード型ＬＥＤ照明光源の実用化が可能となる。

【図面の簡単な説明】

【図１】

(a) は、従来のＬＥＤ照明光源の斜視図であり、(b) は、従来の他のＬＥＤ照明光源の斜視図である。

【図２】

(a) は、図１(a) のＬＥＤ照明光源におけるＬＥＤの部分断面図であり、(b) は、図１(b) のＬＥＤ照明光源におけるＬＥＤの部分断面図である。

【図３】

(a) は、本発明による平面型のＬＥＤ照明装置の一部を示す斜視図であり、(b) は、本発明による電球型のＬＥＤ照明装置を示す斜視図である。

【図４】

(a) は、本発明のカード型ＬＥＤ照明光源の一実施形態における分解斜視図であり、(b) は、そのＬＥＤ照明光源の斜視図である。

【図５】

(a) および(b) は、それぞれ、本発明のカード型ＬＥＤ照明光源の実施形態におけるＬＥＤの断面図である。

【図６】

(a) および(b) は、カード型ＬＥＤ照明光源における複数のＬＥＤの接続例を示す等価回路図である。

【図７】

(a) および(b) は、ＬＥＤから出た光の進路を示す図である。

【図８】

(a) および(b) は、ＬＥＤから出た光の出射光束についてのシミュレーション結果を示す図である。

【図９】

(a) および(b) は、ＬＥＤにおける素子基板の光出射側表面の他の形状例を示す断面図である。

【図１０】

ＬＥＤの他の構成例を示す断面図である。

【図１１】

(a)～(d)は、図１０に示すＬＥＤにおけるウエファボンドの接合部の構成例を示す平面レイアウト図である。

【図１２】

本発明のカード型ＬＥＤ照明光源の他の実施形態を示す分解斜視図である。

【図１３】

本発明のＬＥＤ照明光源に用いられ得るコネクタを示す図である。

【図１４】

(a)は、図１２のカード型ＬＥＤ照明光源におけるＬＥＤが設けられている領域の断面図であり、(b)は、給電電極が設けられている領域の断面図である。

【図１５】

図１２のカード型ＬＥＤ照明光源におけるＬＥＤの接続構成を示す等価回路図である。

【図１６】

図１２のカード型ＬＥＤ照明光源が装着されるＬＥＤ照明装置の点灯回路の構成を示すブロック図である。

【図１７】

図１２のカード型ＬＥＤ照明光源における上層配線パターンを示す平面レイアウト図である。

【図１８】

図１２のカード型ＬＥＤ照明光源における下層配線パターンを示す平面レイアウト図である。

【図１９】

フリップチップ（ＦＣ）実装される部分の配線パターンを示す平面図、(b)は、ワイヤボンド（ＷＢ）実装される部分の配線パターンを示す平面図、(c)は、ＦＣ実装されたＬＥＤベアチップの断面図、(d)は、ＷＢ実装されたＬＥＤベアチップの断面図である。

【図２０】

本発明のＬＥＤ照明光源の他の実施形態を示す図であり、電球型のＬＥＤ照明装置を示している。

【図２１】

本発明のＬＥＤ照明光源の更に他の実施形態を示す図であり、複数枚のカード型ＬＥＤ照明光源が装着される電球型のＬＥＤ照明装置を示している。

【図２２】

本発明のＬＥＤ照明光源の更に他の実施形態を示す図であり、スタンド型のＬＥＤ照明装置を示している。

【図２３】

本発明のＬＥＤ照明光源の更に他の実施形態を示す図であり、２枚のカード型ＬＥＤ照明光源が着脱される構成のスタンド型ＬＥＤ照明装置を示している。

【図２４】

本発明のＬＥＤ照明光源の更に他の実施形態を示す図であり、スタンド型ＬＥＤ照明装置の他の実施形態を示している。

【図２５】

本発明のＬＥＤ照明光源の更に他の実施形態を示す図であり、懐中電灯やペンライトのＬＥＤ照明装置を示している。

【図２６】

従来の直管蛍光ランプを用いる照明装置に置き換わるＬＥＤ照明装置を示している。

【図２７】

本発明のＬＥＤ照明光源の更に他の実施形態を示す図であり、従来の丸管蛍光ランプを用いる照明装置に置き換わるＬＥＤ照明装置を示している。



## 【図 28】

本発明のLED照明光源の更に他の実施形態を示す図であり、ダウンライト型のLED照明装置を示している。

## 【図 29】

本発明のLED照明光源の更に他の実施形態を示す図であり、光軸可変型のLED照明装置を示している。

## 【図 30】

本発明のLED照明光源の更に他の実施形態を示す図であり、カード型のLED照明装置を示している。

## 【図 31】

本発明のLED照明光源の更に他の実施形態を示す図であり、キーホルダー型のLED照明装置を示している。

## 【符号の説明】

- 1 放熱基板
- 1 a 配線パターン
- 1 b 金属板
- 1 c 絶縁層
- 1 d 配線パターン
- 1 e 絶縁層
- 2 LEDベアチップ
- 3 光学反射板
- 3 a 反射面
- 3 b 光学反射板の孔（開口部）
- 4 樹脂
- 10 カード型LED照明光源
- 11 LEDの素子基板
- 12 GaN系のn型半導体層
- 13 活性層
- 14 p型半導体層
- 15 発光部
- 16 バンプ
- 19 ヒートシンク
- 20 アダプタ
- 21 基板
- 21 a 配線パターン
- 22 LEDベアチップ
- 23 板
- 23 a 板23の反射面
- 23 b 板23の孔（開口部）
- 24 樹脂（モールド樹脂）
- 31 素子基板
- 32 n型半導体層
- 33 活性層
- 34 p型半導体層
- 34 a 電極
- 41 金製のワイヤ
- 42 金製のワイヤ
- 50 金属板
- 51 多層配線基板
- 52 金属製光学反射板

5 3	L E D
5 4	給電電極
5 5	コネクタ本体
5 6	コネクタ電極
5 7	金属プレート（底板）
5 8	配線コード
5 9	配線パターン
6 0	アンダーフィル
6 1	A u バンプ
6 2	樹脂
6 3	ビア

【公報種別】特許法第17条の2の規定による補正の掲載  
 【部門区分】第7部門第2区分  
 【発行日】平成18年4月6日(2006.4.6)

【公開番号】特開2003-124528(P2003-124528A)  
 【公開日】平成15年4月25日(2003.4.25)  
 【出願番号】特願2002-231765(P2002-231765)  
 【国際特許分類】

H O 1 L 33/00 (2006.01)  
 F 2 1 S 8/04 (2006.01)  
 F 2 1 S 2/00 (2006.01)  
 F 2 1 Y 101/02 (2006.01)

【F I】

H O 1 L 33/00 N  
 F 2 1 S 1/02 G  
 F 2 1 S 5/00 A  
 F 2 1 Y 101:02

【手続補正書】

【提出日】平成18年2月22日(2006.2.22)

【手続補正1】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】特許請求の範囲

【補正方法】変更

【補正の内容】

【特許請求の範囲】

【請求項1】 L E Dが片面に実装された基板の当該面に給電端子を有する着脱可能なL E D照明光源と、  
前記基板のうち前記L E Dが実装されていない基板裏面と接触する熱伝導部材と、  
前記基板裏面と前記熱伝導部材とを押圧しながら前記給電端子に接続される少なくとも  
1つのコネクタと、

前記コネクタを介して前記L E D照明光源と電氣的に接続される点灯回路と、  
 を備えたL E D照明装置。

【請求項2】 前記基板のうち前記L E Dが実装されている基板面の一端側に給電電極が形成されており、

前記基板において前記L E Dが実装されている光出射領域の中心位置が前記基板の中心位置からずれている請求項1に記載のL E D照明装置。

【請求項3】 前記基板裏面と前記熱伝導部材との間の接触面積は、前記基板において前記L E Dが実装されている光出射領域の面積に等しいか、それ以上である請求項1に記載のL E D照明装置。

【請求項4】 前記点灯回路に対して外部から電気エネルギーを供給するための給電ソケットを更に有している請求項1から3のいずれかに記載のL E D照明装置。

【請求項5】 前記給電ソケットは、電球用口金である請求項4に記載のL E D照明装置。

【請求項6】 前記コネクタに接続された状態の前記L E D照明光源から出た光を透過するカバーを備えている請求項4または5に記載のL E D照明装置。

【請求項7】 前記L E D照明光源の固定および取り外しが可能な受容部と、

前記L E Dが前記受容部から外れることを防止する脱落防止手段とを備えており、

前記脱落防止手段は、人間の指で前記受容部から前記L E D照明光源を取り外すことが可能なように動作する、請求項1から3のいずれかに記載のL E D照明装置。

【請求項 8】 前記基板のうち前記 L E D が実装されている基板面の形状は略長方形であり、

前記受容部は、前記 L E D 照明光源をスライドさせるように案内するガイドを有しており、

前記受容部に固定された前記 L E D 照明光源は前記コネクタからの給電を受けるとともに、前記 L E D 照明光源の前記基板裏面が前記受容部と接触する請求項 7 に記載の L E D 照明装置。

【請求項 9】 前記 L E D 照明光源を前記受容部に固定する固定部を有する稼動機構を備え、

前記受容部に固定された前記 L E D 照明光源は前記コネクタからの給電を受けるとともに、前記 L E D 照明光源の前記基板裏面が前記受容部と接触する請求項 7 に記載の L E D 照明装置。

【請求項 10】 前記基板のうち前記 L E D が実装されていない基板裏面からの熱を放熱させる手段を備えている請求項 1 から 3 のいずれかに記載された L E D 照明装置。

【請求項 11】 基板と、前記基板の片面に実装された L E D とを備えた L E D 照明光源であって、

前記基板のうち前記 L E D が実装されている前記基板片面の一端側に、当該 L E D 照明光源が取り付けられる L E D 照明装置のコネクタによって前記基板片面から基板裏面へ方向に押圧されて前記コネクタに接続される給電端子が設けられている L E D 照明光源。

【請求項 12】 前記基板の中心位置は、前記基板において前記 L E D が実装されている光出射領域の中心位置からずれている請求項 1 1 に記載の L E D 照明光源。

【請求項 13】 前記基板が長方形形状であって、当該長方形形状の角が丸まっている、請求項 1 2 に記載の L E D 照明光源。

【請求項 14】 前記基板の一部に、切り欠き、マーク、凹凸の中から選択される少なくとも 1 つが形成されている、請求項 1 2 に記載の L E D 照明光源。

【請求項 15】 前記 L E D は、前記基板にフリップチップボンディングで直接実装されている、請求項 1 2 に記載の L E D 照明光源。

【請求項 16】 前記 L E D は、面実装素子またはチップ型素子として組み込まれる、請求項 1 2 に記載の L E D 照明光源。

【請求項 17】 請求項 1 2 から 1 6 のいずれかに記載の L E D 照明光源における給電端子を前記 L E D が実装されている面から裏面へ押圧しながら接続するコネクタと、

前記コネクタを介して前記 L E D 照明光源と電氣的に接続される点灯回路と、  
を備えた L E D 照明装置。